

На правах рукописи

АНТОНОВ СТАНИСЛАВ АЛЕКСЕЕВИЧ

**ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ
В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПЕРЕХОДА К ЭКОНОМИКЕ ЗАМКНУТОГО
ЦИКЛА**

**Специальность 5.2.3 Региональная и отраслевая экономика
(стандартизация и управление качеством продукции)**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора экономических наук

Санкт-Петербург – 2024

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

Научный консультант: доктор экономических наук, профессор

Горбашко Елена Анатольевна

Официальные оппоненты: **Зворыкина Татьяна Ивановна**

доктор экономических наук, профессор

Акционерное общество «Институт региональных экономических исследований (ИРЭИ)», руководитель Центра научных исследований и технического регулирования услуг, заслуженный деятель науки Российской Федерации

Семенов Виктор Павлович

доктор экономических наук, профессор

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, профессор кафедры менеджмента организации

Аронов Иосиф Зиновьевич

доктор технических наук, старший научный сотрудник

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации», профессор кафедры «Торговое дело и торговое регулирование»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева»

Защита диссертации состоится «__» _____ 2024 г. в __ часов на заседании диссертационного совета 24.2.386.02 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет» по адресу: 191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32, литер А, ауд. _____

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте <http://www.unecon.ru/dis-sovety> федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

Автореферат разослан

«_____» _____ 2024 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета

Хорева Л.В.

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертационного исследования.

Современные тенденции развития мировой и российской экономики характеризуются разнонаправленными трендами глобализации и регионализации. В настоящее время функционирование российской экономики происходит в условиях санкционного давления на Российскую Федерацию. Соответственно, реакция России на санкционную политику западных стран вылилась, в частности, в определенную регионализацию экономики, т.е. в формирование специфических видов экономических отношений с конкретными регионами: страны Азиатско-Тихоокеанского региона, страны Ближнего Востока, страны Африки, страны Латинской Америки. Кроме того, получили дополнительный импульс развития процессы обеспечения технологического суверенитета, импортозамещения и сокращения сырьевой составляющей во внутреннем валовом продукте Российской Федерации.

Другими причинами изменения экономических отношений продолжают оставаться факторы усиления требований, связанных с охраной окружающей среды, рационального использования ресурсов и социальной ответственностью бизнеса, получивших значительное распространение в рамках концепции устойчивого развития. Эти тенденции усугубляются происходящим в настоящее время переходом к шестому технологическому укладу, в рамках которого возникает новое понимание устойчивого конкурентного преимущества как результат внедрения технологических прорывных инноваций на основе современных, в первую очередь информационных технологий.

Стандартизация является важнейшим инструментом государственной политики, направленной на формирование системного и целостного подхода обеспечения социально-экономического развития страны и повышения суверенитета государства. В Российской Федерации основу стандартизации составляет национальная система стандартизации, которая обеспечивает слаженную работу участников работ по стандартизации на основе принципов стандартизации и с применением документов в области стандартизации. Стратегические цели, представленные в «дорожной карте» развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года, направлены, в первую очередь, на развитие промышленности, что является важной составляющей в обеспечении суверенитета государства в сложившейся геополитической ситуации, когда присутствует сильное внешнее давление со стороны зарубежных стран в виде санкций и других ограничений по отношению к России. Кроме того, развитие промышленности, которое неразрывно связано со стандартизацией, поможет закрепить авторитет Российской Федерации в международном сообществе и поспособствует улучшению качества жизни населения внутри страны.

На 1 января 2024 г. Федеральный информационный фонд стандартов насчитывает свыше 39 000 национальных стандартов, только за 2023 год он пополнился 1 607 вновь разработанными документами. В их числе национальные и предварительные национальные стандарты, относящиеся к проблемам экономики замкнутого цикла.

Экономика замкнутого цикла является ответом на большинство стоящих перед государствами вызовов и призвана решить проблемы обеспечения устойчивого развития и повышения качества жизни населения.

Диссертационное исследование направлено на обеспечение и развитие системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла как инструмента целостного и системного подхода к совершенствованию экономических отношений, направленного на формирование эффективной системы устойчивого развития экономики и повышения качества жизни населения, что определяет его значимость и актуальность.

Степень разработанности научной проблемы. Проведенные теоретические исследования и разработанные методологические основы обеспечения и развития экономики замкнутого цикла на основе стандартизации базируются на фундаментальных трудах и прикладных разработках ученых и специалистов в области стандартизации; циркулярной экономики и экономики замкнутого цикла; экологического менеджмента и ресурсосбережения.

Фундаментальные теоретические основы современной стандартизации заложили труды отечественных ученых В. В. Бойцова, В. В. Ткаченко, А. В. Гличева, В. М. Постыки, В. П. Панова, Л. Б. Сульповара, зарубежных специалистов К. Блинда и А. Юнгмиттага.

Методологические вопросы использования стандартизации применительно к целям устойчивого развития и обеспечения качества жизни рассматривались в работах Ю. А. Антохиной, И. З. Аронова, В. Я. Белобрагина, Н. Ш. Ватолкиной, В. Г. Версана, И. Г. Головцовой, Е. А. Горбашко, А. Г. Жуковой, А. В. Зажигалкина, Т. И. Зворыкиной, Н. Р. Камыниной, В. В. Окрепилова, Т. А. Салимовой, В.П. Семенова и других.

Теоретические и практические вопросы трансформации экономических отношений на основе принципов и подходов циркулярной экономики проработаны в трудах зарубежных специалистов С. Бернарда, Р. Бибаса, Р. Делинка, Дж. Кирхера, Дж. Кохонена, Т. Крестони, А. Макарти, Х. Поттинг, Д. Райке, С. Сове, М. Тонелли, А. Фельдмана, М. Хеккерта, У. Штала. Специфику отечественных подходов к формированию экономики замкнутого цикла и обеспечению ресурсосбережения исследовали С. П. Анисимов, С. Н. Бобылев, Ю. В. Будкин, М. А. Ветрова, М. А. Гурьева, Е. Ю. Дорохина, Л. Е. Задорожная, В. М. Захаров, Л. Л. Каменик, Л. П. Королева, Н. В. Пахомова, К. К. Рихтер, Н. А. Симченко, Г. А. Трунин и Е. В. Чеканова.

В свете проблем обеспечения устойчивого экономического развития и с учетом решения вопросов ресурсосбережения задачи обеспечения и развития экономики замкнутого цикла на основе стандартизации становятся все более актуальными и сложными. Их решение позволит обеспечить плановый системный и целостный подход к реализации процессов трансформации российской экономики, направленных на повышение качества жизни и уровня социально-экономического развития страны.

Несмотря на значительное число научных работ, исследующих отдельные аспекты изучаемой проблематики, на данный момент отсутствует комплексное исследование, которое нацелено на формирование системного целостного подхода к обеспечению и развитию экономики замкнутого цикла (ЭЗЦ) на основе стандартизации. Кроме того, недостаточно раскрыт методологический потенциал программного подхода к перспективной комплексной стандартизации систем управления устойчивым развитием.

Имеющаяся на настоящий момент база международных и национальных стандартов на системы менеджмента качества, экологии, устойчивого развития, а также практика их применения позволяют использовать их в качестве основы формирования системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла за счет опережающей стандартизации, интеграции требований существующих стандартов с механизмами и инструментами экономики замкнутого цикла. В то же время недостаточно изучены подходы к возможности применения интеграционных механизмов при разработке новых стандартов с использованием современных цифровых технологий.

Цель диссертационного исследования состоит в разработке теоретических, методологических основ и практических рекомендаций по формированию и развитию системы стандартизации при переходе от линейной экономики к экономике замкнутого цикла на основе интеграционных подходов.

Достижение указанной цели предполагает решение следующих **задач**:

– ввести понятие «экономика замкнутого цикла» и понятие «организация замкнутого цикла» как одни из основных категорий экономики замкнутого цикла, проанализировать основные значимые аспекты современных подходов к формированию экономики замкнутого цикла и на основе результатов анализа сформировать принципы функционирования экономики замкнутого цикла, отражающие научный дискурс концепции;

– определить основные подходы и этапы становления экономики замкнутого цикла на основе стандартизации с учетом имеющегося опыта программной деятельности в области стандартизации;

– разработать теоретико-методологическую функциональную модель экономики замкнутого цикла с учетом специфики управления жизненными

циклами продукции и ресурсов;

– предложить структурную характеристику модели системы стандартизации процессов перехода к экономике замкнутого цикла, позволяющую провести системное и комплексное научное исследование с целью формирования методологического подхода к построению такой системы;

– осуществить целеполагание для обеспечения системного и планового подхода к формированию системы стандартизации перехода от линейной экономики к экономике замкнутого цикла;

– разработать методические подходы к реализации системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла на основе программного подхода с применением перспективной комплексной стандартизации в качестве одного из инструментов обеспечения реализации национальных и федеральных проектов, а также государственных программ развития;

– разработать методический подход к классификации требований стандартов на системы менеджмента, выбранных в качестве базы для разработки требований стандартов экономики замкнутого цикла на основе их интеграции, позволяющий объективно обосновать выбор интеграционных инструментов при разработке стандартов экономики замкнутого цикла;

– проанализировать нормативную базу стандартизации систем менеджмента с целью разработки унифицированных подходов к созданию документов стандартизации в рамках системы перспективных программ комплексной стандартизации;

– сформировать методическую основу разработки требований стандартов экономики замкнутого цикла с применением интеграционных инструментов, определенных на основе нечетко-множественной кластеризации;

– разработать инструментарий оценки результативности применения стандартов экономики замкнутого цикла и определения направлений по их совершенствованию на основе цифровых двойников;

– разработать многоуровневую систему показателей эффективности и результативности системы стандартизации процессов перехода от линейной экономики к экономике замкнутого цикла, направленную на выявление направлений совершенствования системы стандартизации;

– разработать экономико-математическую модель, оценивающую зависимость результативности российской экономики от экологических факторов и факторов ресурсосбережения, в том числе и различных форм инновационной активности в данных областях.

Объектом исследования являются организации различных отраслей и социально-экономические субъекты всех уровней управления (федеральные округа, субъекты Федерации и муниципальные образования),

вовлеченные в процессы обеспечения повышения уровня ресурсосбережения и увеличения полезности использования продукции и услуг.

Предметом исследования являются теоретические и методологические основы формирования и развития системы стандартизации в обеспечении перехода к экономике замкнутого цикла и практические рекомендации по разработке документов стандартизации на основе интеграционных подходов.

Теоретической и методологической основой диссертационного исследования являются фундаментальные исследования и труды отечественных и зарубежных ученых, специалистов в области экономики замкнутого цикла, ресурсосбережения, стандартизации, качества управления, менеджмента качества и интеграционных процессов. Диссертационная работа базируется на общеметодологических принципах системного подхода, принципах диалектической логики, применении причинно-следственного и функционально-структурного анализа, позволяющих раскрыть сущность социально-экономических процессов, протекающих в экономике на данном этапе экономического развития современного научно-технологического цикла. В диссертации использованы методы системного анализа, программно-целевого подхода, применялись статистический и контент-анализы, экспертные оценки, элементы математического инструмента нечетких множеств. В качестве практических методов исследования нашли применение сбор, анализ и обобщение необходимой информации, в том числе из смежных областей: экологии, техносферной безопасности, управления инновациями, информационной и экономической безопасностью, бережливого производства.

Информационную базу исследования составляют законодательные акты Российской Федерации, нормативно-правовые документы органов государственной власти и местного самоуправления, совокупность документов по стандартизации из Федерального информационного фонда стандартов, аналитические материалы Росстата и территориального органа Федеральной службы государственной статистики Республики Татарстан, данные социологических исследований, проведенных при участии автора, международные и национальные стандарты.

Использовались аналитические и справочные материалы, опубликованные в научных изданиях, средствах массовой информации и размещенные в сети Интернет, а также исследования автора.

Обоснованность результатов диссертационного исследования. Основные результаты и выводы диссертационного исследования, полученные на основе фундаментальных положений экономической теории с применением принципов и подходов стандартизации, управления качеством, управления ресурсосбережением и экологического

менеджмента как важнейших элементов устойчивого развития, не противоречат накопленному в науке знанию и обогащают его новыми методологическими и концептуальными подходами, а также опубликованы в рецензируемых научных изданиях, в том числе ВАК.

Достоверность результатов исследования. Использование современных методов исследований, предполагающих анализ статистических данных, применение методов экономико-математического моделирования, разработка, регистрация базы данных и проведение пилотного моделирования по теме исследования.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертация соответствует требованиям Паспорта научной специальности 5. 2. 3. «Региональная и отраслевая экономика» (стандартизация и управление качеством продукции): 12.1. «Теоретико-методологические основы стандартизации и управления качеством продукции», 12.3. «Стандартизация, оценка соответствия и информационное обеспечение в системе технического регулирования и управления качеством продукции», 12. 12. «Организационно-экономические основы экологической стандартизации и сертификации предприятий (организаций)».

Научная новизна диссертационного исследования заключается в решении крупной научной проблемы – разработке методологии формирования и развития системы стандартизации в обеспечении перехода к экономике замкнутого цикла, направленной на реализацию комплексных подходов к эффективному управлению социально-экономическими системами.

При разработке методологических основ применения подходов перспективной и комплексной стандартизации для создания системы стандартизации процессов перехода от линейной экономике к экономике замкнутого цикла получили развитие методы и инструменты, применимые для теоретико-методологического обоснования формирования и развития систем менеджмента организаций замкнутого цикла и экономики замкнутого цикла в целом: разработан методологический подход к созданию и реализации перспективных программ комплексной стандартизации, методики разработки стандартов в рамках реализации таких программ при помощи соответствующих интеграционных методик, определенных на основе нечетко-множественного кластер-анализа, предложен подход к проектированию эффективных систем управления, позволяющих получить синергетический эффект от интеграции и выявить эмерджентные свойства полученных сверхсистем.

Наиболее существенные результаты исследования, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем:

1. Сформированы понятийные дефиниции экономики замкнутого цикла, показаны необходимость системного подхода к построению экономики замкнутого цикла и актуальность применения стандартизации

как инструмента обеспечения данного процесса, выявлены и систематизированы базовые характеристики экономики замкнутого цикла, ее особенности, а также механизмы и инструменты циркулярных преобразований, конкретизированы принципы экономики замкнутого цикла.

2. Обосновано применение перспективной комплексной стандартизации в обеспечении перехода к экономике замкнутого цикла, позволяющей решать множественные и взаимосвязанные вопросы на уровне предприятий (организаций), отрасли и региона, в числе которых вопросы взаимодействия экономических субъектов при реализации конкретных стратегий экономики замкнутого цикла, организации взаимодействия с государственными и муниципальными органами власти, нормативно-правового регулирования процессов трансформации экономики.

3. Разработана концептуальная циклическая модель функционирования экономики замкнутого цикла на основе интеграции продуктового и ресурсного циклов с выделением физических и информационных потоков, позволяющая гармонизировать требования к реализации конкретных этапов модели с требованиями действующих стандартов на системы менеджмента.

4. Предложен и обоснован дифференцированный подход к стандартизации каждого этапа концептуальной циклической модели функционирования экономики замкнутого цикла на основе интеграции требований действующих документов стандартизации и специфических особенностей этих этапов, что позволяет обеспечить обоснованное вовлечение в процессы формирования системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла представителей всех заинтересованных сторон и сохранить преемственность управленческих подходов при разработке новых документов стандартизации.

5. На основе анализа нормативно-правовой базы, регулирующей вопросы устойчивого развития в Российской Федерации, а также общесистемных стандартов сформировано «дерево целей» процесса построения системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла с выделением трех групп целей: внешних, внутренних и организационных, что позволяет определить приоритетные направления формирования системы стандартизации и обеспечить системный подход к ее построению.

6. Предложены структура и содержание системы перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла как важного инструмента обеспечения реализации национальных и федеральных проектов, а также государственных программ, основанный на комплексном подходе к их формированию, включающие в себя как разработку новых стандартов, в том числе на основе интеграции требований действующих стандартов менеджмента, так и трансформацию существующих документов стандартизации с учетом специфики

конкретных этапов жизненных циклов продукции и ресурсов, представленных в модели функционирования экономики замкнутого цикла.

7. Разработаны методические подходы к формированию документов стандартизации на основе применения соответствующих инструментов интеграции, определенных посредством классификации требований интегрируемых стандартов; предложен оригинальный алгоритм разработки положений стандартов экономики замкнутого цикла с применением нечетко-множественной кластеризации, позволяющий минимизировать возможные ошибки и дефекты при классификации семантических единиц.

8. На основе анализа существующих программных документов по созданию соответствующих систем стандартизации и методических рекомендаций по их формированию предложен состав системы перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла (ППКС ЭЗЦ) с определением конкретных программно-проектных документов социально-экономического развития Российской Федерации в качестве основания для разработки конкретной ППКС ЭЗЦ, определены исполнители и соисполнители программ в лице технических комитетов по стандартизации и представителей бизнеса, а также кураторы программ со стороны федеральных органов исполнительной власти.

9. Разработана нейронная сеть, позволяющая автоматизировать процесс кластеризации требований стандартов, выбранных в качестве источников формирования первичных положений стандартов ЭЗЦ, и обеспечивающая значительное снижение трудоемкости как выбора инструмента интеграции таких требований, так и процессов формулирования требований стандартов ЭЗЦ.

10. В рамках реализации процессов формирования цифровой платформы разработки и развития стандартов предложены алгоритм создания SMART-стандартов систем менеджмента на основе технологий общей логики и процедура создания агрегированных цифровых двойников, включающих в себя цифровые двойники состояний системы менеджмента, процессы выработки управляющих воздействий и SMART-стандарты, а также реальные параметры состояния внешней и внутренней среды организации.

11. На основе адаптации существующих нормативных документов и практик разработан комплексный методический подход к оценке экономической, социальной и управленческой эффективности и результативности системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла, позволяющий определить приоритетные направления развития системы стандартизации и выработать решения по оптимизации деятельности участников выполнения перспективных программ комплексной стандартизации ЭЗЦ.

12. Построена экономико-математическая модель оценки вклада управленческих инноваций, таких как «зеленые технологии» и

экологические инновации, в экономический рост Российской Федерации. Количественно определен вклад «зеленых» технологий и динамики вторичного использования отходов потребления и производства в рост ВВП России, который можно использовать в качестве обоснования инвестиционной политики государства и отдельных организаций в области ресурсосбережения.

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в обосновании структуры знаний в области экономики замкнутого цикла, развитии концептуально-методологических основ управления устойчивым развитием и ресурсосбережением на основе стандартизации, включающих научное обоснование необходимости определения нового объекта научного исследования – экономики замкнутого цикла как сложной организационно-технической, социально-экономической суперсистемы, применения перспективной комплексной стандартизации и использования методов перспективной стандартизации для реализации перехода от линейной экономики к экономике замкнутого цикла.

Выводы и рекомендации позволяют научно обосновать возможности совершенствования систем управления и тем самым повысить конкурентоспособность как отдельных организаций, так и экономики в целом.

Практическая значимость исследования заключается в разработке системы перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла, формировании методических подходов ее реализации и разработке цифровых инструментов создания документов стандартизации на основе интеграционных механизмов и оценки результативности стандартизации с применением агрегированных цифровых двойников систем управления. Полученные результаты могут быть использованы субъектами национальной системы стандартизации, органами исполнительной власти разных уровней и иными участниками экономических отношений для разработки и реализации стратегий перехода к зрелой экономике замкнутого цикла.

Реализация содержащихся в диссертации предложений позволит систематизировать и упорядочить процессы трансформации экономики на уровне государственного управления в целом, сократить риски перехода экономических субъектов на принципы экономики замкнутого цикла и в конечном итоге позволит создать условия для устойчивого социально-экономического развития государства.

Апробация результатов исследования. Основные положения и результаты выполненных исследований докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях:

- международных – 12;
- всероссийских – 10;
- республиканских – 7.

Основные результаты исследования приняты к использованию в деятельности Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан, администрации Бугульминского муниципального района Республики Татарстан, а также используются в образовательной и организационной деятельности ЧОУ ВО «Казанский инновационный университет имени В. Г. Тимирязова» (КИУ), что подтверждено документально справками и актами о внедрении.

Научные исследования по теме диссертационной работы выполнялись с 2010 года по 2024 год на кафедре «Интегрированные системы менеджмента» КИУ в рамках научного сотрудничества с:

– государственными и общественными организациями и учреждениями в области качества, такими как ФГБУ «Российский институт стандартизации», Всероссийская организация качества, Татарстанское отделение Межрегиональной общественной организации «Академия проблем качества»;

– некоммерческими организациями инфраструктуры поддержки предпринимательства, такими как Совет ТПП РФ по развитию экономики замкнутого цикла и экологии, Торгово-промышленная палата Республики Татарстан, Технический комитет по стандартизации «Экономика замкнутого цикла, совместное потребление и устойчивое финансирование» (ТК 483), Фонд поддержки предпринимательства Республики Татарстан; Фонд поддержки предпринимательства Крыма, Центр поддержки предпринимательства Республики Дагестан;

– предприятиями, организациями и учреждениями Республики Татарстан и других регионов, такими как ПАО «Татнефть», АО «ПОЗиС», АО «НПО ГИПО», АО «Сетевая компания», АО «ТГК-16», и другие, что подтверждено актами о внедрении.

Отдельные научно-исследовательские проекты автором выполнены по гранту Кабинета министров Республики Татарстан для некоммерческих организаций, участвующих в реализации социально значимых мероприятий, проект «Школа экологических волонтеров XXI в.», направленный на содействие развитию экологического просвещения в учебных заведениях; по Федеральному гранту «Экологические тропы Нижнекамья», направленного на продвижение эколого-инновационных идей, а также научно-исследовательских, социально-практических, просветительских и прочих целей.

Отдельные результаты и экспертные оценки использованы в работе отделения ФУМО по УГСНП 20.00.00 «Техносферная безопасность и природообустройство», а также при разработке структуры и содержания проекта Федерального закона «Об экономике замкнутого цикла».

Публикации результатов исследования. Основные теоретические положения, наиболее существенные результаты диссертационного исследования отражены в 38 публикациях общим объемом 61,71 п.л. (вклад

автора – 32,35 п.л.), в том числе в 3-х монографиях, а также в 20 статьях, опубликованных в научных изданиях, входящих в Перечень ВАК, общим объемом 14,29 п.л. (вклад автора – 7,86 п.л.).

Структура диссертации: работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Сформированы понятийные дефиниции экономики замкнутого цикла, показаны необходимость системного подхода к построению экономики замкнутого цикла и актуальность применения стандартизации как инструмента обеспечения данного процесса, выявлены и систематизированы базовые характеристики экономики замкнутого цикла, ее особенности, а также механизмы и инструменты циркулярных преобразований, конкретизированы принципы экономики замкнутого цикла.

На основании проведенного анализа существующих определений циркулярной экономики и экономики замкнутого цикла, сформулированных отечественными и зарубежными специалистами, а также выделении значимых аспектов исследуемого понятия, автором было сформулировано определение экономики замкнутого цикла, под которой понимается комплекс социально-экономических, организационно-технологических отношений и институтов инновационного развития, реализующий задачи максимизации эффективности использования ресурсов и полезности продуктов за счет формирования обратных циклов, объединенный информационными технологиями и единой нормативной базой.

В исследовании, основываясь на представленных в зарубежной и отечественной литературе определениях и подходах к построению экономики замкнутого цикла, был сделан вывод о ее тесной взаимосвязи с концепцией устойчивого развития, что позволило определить границы распространения циркулярных подходов. Областью применения экономики замкнутого цикла являются социально-экономические отношения производителя и потребителя на всех этапах жизненного цикла продукции по вопросам производства и потребления, а также взаимоотношения участников процессов на всех этапах жизненного цикла ресурсов и материалов.

В результате системного анализа исследуемая концепция «экономика замкнутого цикла», в качестве первичной модели, представлена в виде «черного ящика», в которой были определены входы и выходы модели, управляющие воздействия и обратная связь для коррекции результатов (рис. 1).

Входом данной модели являются: проблемы линейной экономики, связанные с эффективностью использования природных ресурсов

(сокращение природных ресурсов, увеличение отходов, снижение платежеспособности населения, повышение значимости экологической ответственности), рост загрязнения окружающей среды и т.д.

Выходом модели: повышение эффективности использования ресурсов, снижение уровня загрязнений, рост ценности и длительности использования продукта, ответственное производство и ответственное потребление.

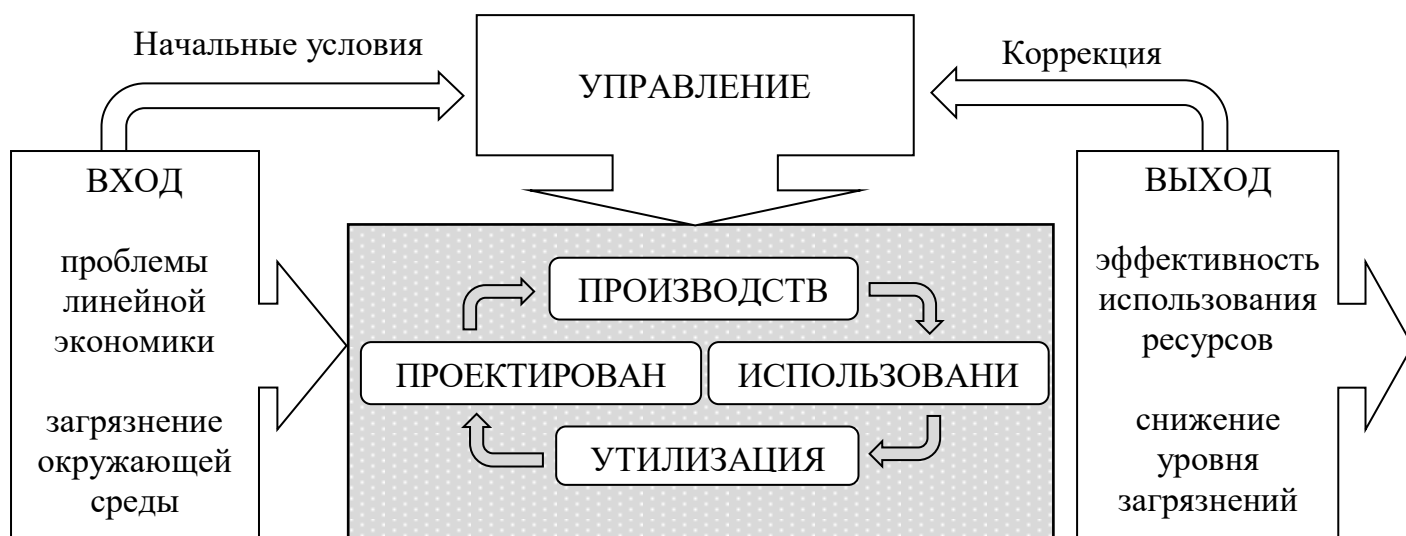


Рисунок 1 – Первичная модель системы «экономика замкнутого цикла»

Обратная связь реализуется посредством формирования концептуальной управленческой подсистемы, объединяющей основные характеристики экономики замкнутого цикла с базовыми принципами бухгалтерского учета и моделью «давление–состояние–реагирование» (ДСР), используемой в экологической отчетности и при проведении экологической оценки.

В целях развития научных основ экономики замкнутого цикла и основываясь на анализе представлений о принципах данной концепции, взятых из различных источников, автор сформулировал принципы экономики замкнутого цикла:

- оптимизация ценности и полезности ресурсов для максимизации коэффициента использования активов;
- организация системы планирования и управления в целях снижения скорости перемещения ресурсов и снижения негативного воздействия на внешнюю среду;
- формирование целенаправленного циркулярного управления активами на основе кооперации для максимизации их полезности;
- формирование прозрачной системы учета стоимости активов на всех этапах жизненных циклов продукции и ресурсов;
- разработка и реализация инновационных подходов в целях обеспечения ответственного использования ресурсов;
- формирование этических норм «ответственного потребления» и

«ответственного производства» заинтересованных сторон.

В диссертации проведено исследование и формулирование закономерностей функционирования экономики замкнутого цикла, в частности, установлены следующие аспекты:

1. Неизбежность утраты ресурсов.

2. Неизбежность потери продуктом своего функционала вследствие внешних и внутренних причин:

– внутренние причины – это конструктивные особенности продукта, качество узлов и элементов, специфика применения;

– внешние причины – это условия эксплуатации, качество профилактического обслуживания и ремонта, устаревание.

Стадия жизненного цикла продукции «Производство» является границей раздела влияния организации на внутренние и внешние причины. Влияние внутренних причин можно минимизировать на этапах «Проектирование» и «Постановка на производство» посредством внедрения подходов ЭЗЦ и организации обратных информационных потоков с эксплуатационного этапа ЖЦ продукции, а внешних причин на этапах «Эксплуатация», «Ремонт» и «Восстановление» – посредством кооперации со специализированными ремонтными организациями.

3. Однонаправленный процесс внедрения инновационных технологий.

Ограничениями для данной закономерности являются «навязанный» или экономически необоснованный характер инноваций (например, «зеленая» энергетика). Следствием этой закономерности является поступательный инновационный процесс, предваряемый обязательным научным и экономическим обоснованием.

2. Обосновано применение перспективной комплексной стандартизации в обеспечении перехода к экономике замкнутого цикла, позволяющей решать множественные и взаимосвязанные вопросы на уровне предприятий (организаций), отрасли и региона, в числе которых вопросы взаимодействия экономических субъектов при реализации конкретных стратегий экономики замкнутого цикла, организации взаимодействия с государственными и муниципальными органами власти, нормативно-правового регулирования процессов трансформации экономики.

Весь опыт российской стандартизации свидетельствует об эффективности применения перспективной комплексной стандартизации для создания эффективно функционирующих систем и комплексов стандартов.

Такой подход должны обеспечить реализацию возможностей, инструментов и методов стандартизации для трансформации линейной экономики в экономику замкнутого цикла.

Для формирования каркаса системы стандартизации перехода к

экономике замкнутого цикла автором предложено использовать схему составляющих программного комплекса стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла (ПКС ЭЗЦ) (см. рис. 2).



Рисунок 2 – Составляющие программного комплекса стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла (ПКС ЭЗЦ)

В целях формирования системы стандартизации необходимо обобщить и определить все составляющие программного комплекса стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла (ПКС ЭЗЦ) (рис. 2).

Все составляющие программного комплекса стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла можно разделить на две группы стандартов в соответствии с приоритетным уровнем применения. Так, стандарты систем инновационного, экологического, энергетического менеджмента и бережливого производства в большинстве случаев применения относятся к внутриорганизационному микроуровню. Стандарты устойчивого развития автономных территориальных образований и системы менеджмента безопасности цепей поставок относятся к региональному управлению.

При проектировании и реализации системы стандартизации при переходе к экономике замкнутого цикла предстоит решать ряд правовых, нормативных правовых и нормативных вопросов в сфере гражданско-правовых отношений, антимонопольного законодательства и экологического законодательства.

3. Разработана концептуальная циклическая модель функционирования экономики замкнутого цикла на основе интеграции продуктового и ресурсного циклов с выделением физических и

информационных потоков, позволяющая гармонизировать требования к реализации конкретных этапов модели с требованиями действующих стандартов на системы менеджмента.

На основе анализа и обобщения ряда научных представлений о модели экономики замкнутого цикла автором предложена концептуальная циклическая модель функционирования экономики замкнутого цикла (рис. 3).

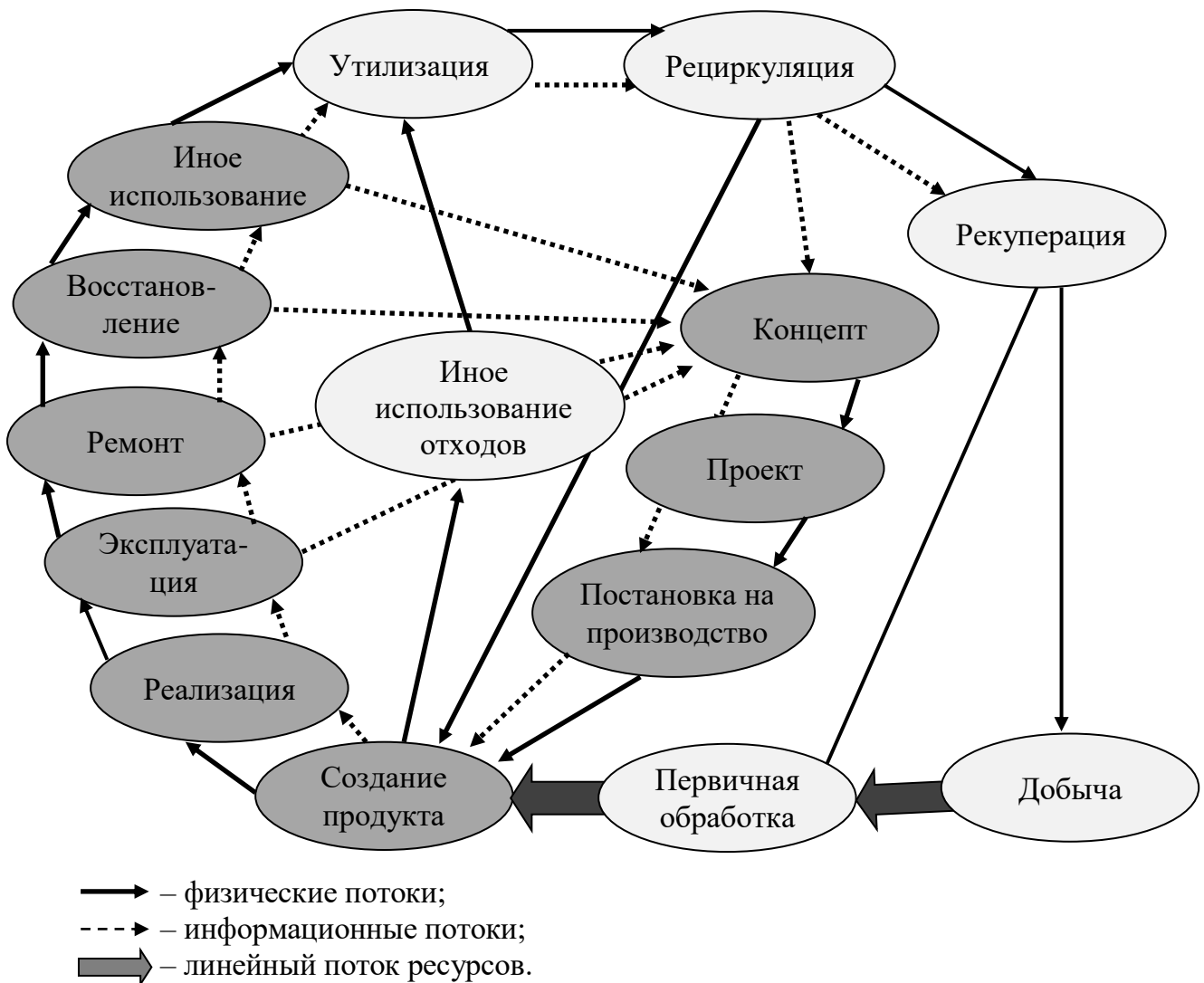


Рисунок 3 – Модель функционирования экономики замкнутого цикла

Данная модель сформирована на основе авторского представления взаимосвязей между стратегиями экономики замкнутого цикла, изложенными Европейской экономической комиссией ООН в 2023 году и получившей название стратегии 9R. Предложенная автором концептуальная модель (рис. 3) представляет собой интеграцию двух взаимосвязанных жизненных циклов: жизненного цикла продукции и жизненного цикла ресурсов и материалов. Пересечение этих двух жизненных циклов приходится на два общих этапа:

- «создание продукта», когда ресурсный цикл совмещается с продуктовым на стадии производства продукции;
- «утилизация», когда заканчивается жизненный цикл продукции и

возникает необходимость восстановления ресурсов или их иное использование.

Таким образом, предложенная автором модель функционирования экономики замкнутого цикла позволяет научно–обоснованно подойти к выбору базового подхода к организации структуры системы стандартизации перехода к ЭЗЦ, обеспечить системный подход к ее реализации.

4. Предложен и обоснован дифференцированный подход к стандартизации каждого этапа концептуальной циклической модели функционирования экономики замкнутого цикла на основе интеграции требований действующих документов стандартизации и специфических особенностей этих этапов, что позволяет обеспечить обоснованное вовлечение в процессы формирования системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла представителей всех заинтересованных сторон и сохранить преемственность управленческих подходов при разработке новых документов стандартизации.

Понимание преемственности подходов экономики замкнутого цикла традиционным ресурсосберегающим концепциям приводит к необходимости использования значительного числа действующих эффективных стандартов различных систем и комплексов стандартизации при формировании стандартов экономики замкнутого цикла, что обосновывает применение интеграционного подхода к построению системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла (далее – СС ЭЗЦ). Значительное разнообразие стратегий трансформации экономики и акцент на жизненных циклах продукции и ресурсов, проанализированный в рамках представленной на рисунке 3 модели функционирования экономики замкнутого цикла, определяет необходимость выбора формата системы стандартизации. Методологические аспекты формирования СС ЭЗЦ должны также учитывать эти особенности. Значительный уровень преемственности данного подхода классическим системам управления, таким как менеджмент качества, экологический и инновационный менеджмент и т.д., обосновывает возможность формирования требований стандартов СС ЭЗЦ на основе интеграции положений действующих стандартов соответствующих систем стандартизации и подходов экономики замкнутого цикла. В качестве основы для формирования системы стандартизации выбран жизненный цикл продукции и ресурсов, представленный в модели функционирования экономики замкнутого цикла (рисунок 3).

По результатам анализа структур наиболее релевантных систем стандартизации автором предложена предварительная структура системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла (таблица 1). Для

каждой группы стандартов СС ЭЗЦ определены документы стандартизации, которые могут быть использованы в качестве исходных для формирования требований к их интеграционному взаимодействию.

Таблица 1 – Структура системы стандартизации экономики замкнутого цикла

Наименование группы	Состав
Основные документы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принципы, термины и определения. 2. Основные требования к системе менеджмента организации замкнутого цикла. 3. Рекомендации по совершенствованию системы управления. 4. Рекомендации по определению и оценке циркулярных аспектов организации.
Аудит и оценка соответствия системы управления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аудит интегрированной системы менеджмента организации замкнутого цикла. 2. Рекомендации по проведению аудита интегрированной системы менеджмента организации замкнутого цикла.
Стандарты жизненных циклов продукции и ресурсов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Руководящие указания по реализации процессов «Разработка концепта продукта» и «Проектирование продукта». 2. Руководящие указания по реализации процесса «Постановка на производство». 3. Руководящие указания по реализации процесса «Создание продукта». 4. Руководящие указания по реализации процессов «Реализация продукта» и «Эксплуатация». 5. Руководящие указания по реализации процессов «Ремонт», «Восстановление», «Иное использование продукта». 6. Руководящие указания по реализации процессов «Утилизация», «Восстановление материалов и ресурсов» и «Получение энергии».
Количественная оценка результативности и эффективности	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка результативности организации замкнутого цикла. Руководящие указания. 2. Количественные данные цикличности продуктов и ресурсов. Руководство и примеры. 3. Эффективность использования ресурсов. Система ключевых показателей эффективности.
Управление отдельными стратегиями ЭЗЦ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Руководство по применению организационных мер при реализации стратегии продления жизненного цикла продукции. 2. Руководство по применению организационных мер при реализации стратегии повышения эффективности использования продукта. 3. Руководство по применению организационных мер при реализации стратегии продления жизненного цикла материалов. 4. Руководство по применению организационных мер при реализации стратегии экологизации производственных процессов.
Стандарты отчетности	<ol style="list-style-type: none"> 1. Руководящие указания по обеспечению достоверности циркулярной отчетности.

Автором для каждой группы документов (таблица 1) предложены перечни конкретных стандартов действующих систем и комплексов стандартизации, подходящих для использования в качестве источника требований для разработки стандартов ЭЗЦ на основе их интеграции с подходами экономики замкнутого цикла.

5. На основе анализа нормативно-правовой базы, регулирующей вопросы устойчивого развития в Российской Федерации, а также общесистемных стандартов сформировано «дерево целей» процесса построения системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла с выделением трех групп целей: внешних, внутренних и организационных, что позволяет определить приоритетные направления формирования системы стандартизации и обеспечить системный подход к ее построению.

Для формирования системы стандартизации на основе программного подхода автором были определены основные цели и задачи данного процесса. В отличие от стандартного процесса целеполагания, при котором проблемные вопросы развития и потребности источников целей преобразовываются в согласованные цели, при формировании системы стандартизации автор предложил отталкиваться от требований к процессам стандартизации, изложенных в правовых и нормативных документах, а также основополагающих стандартах национальной системы стандартизации:

– Федеральный закон № 162 «О стандартизации в Российской Федерации»;

– План мероприятий («дорожная карта») развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года;

– ГОСТ Р 1.2-2020 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления, внесения поправок и отмены;

– ГОСТ Р 1.5-2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения;

– ГОСТ Р 1.14-2017 Стандартизация в Российской Федерации. Программа национальной стандартизации. Требования к структуре, правила формирования, утверждения и контроля за реализацией.

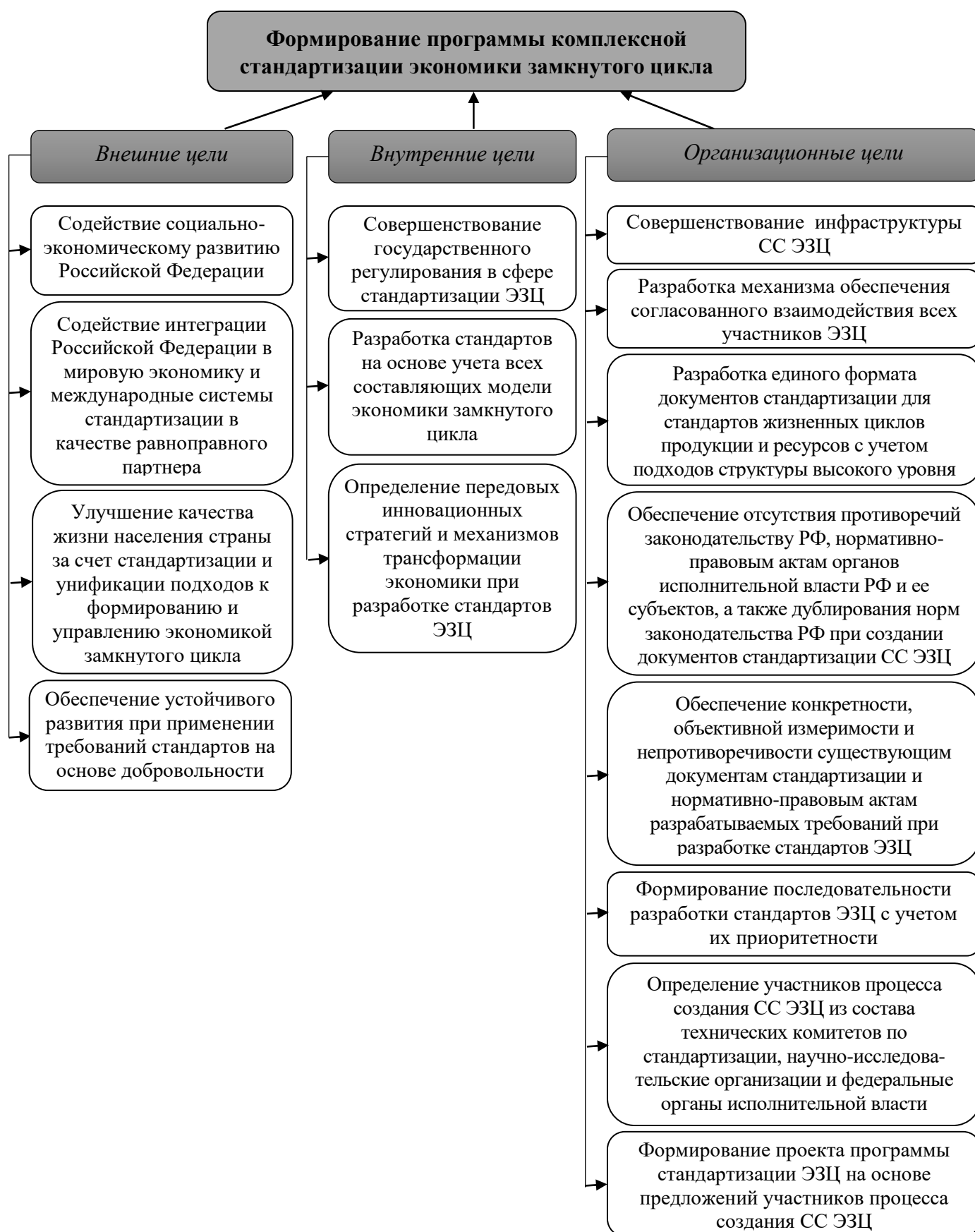


Рисунок 4 – Классификация целей создания системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла

По результатам анализа вышеуказанных документов было сформировано «дерево целей» (рисунок 4). Основной целью выбрано

«формирование программы комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла». Цели второго уровня классифицированы по трем группам в зависимости от их направленности: внешние, внутренние и организационные цели. Внешние цели направлены на обеспечение социально-экономического развития РФ и достижения глобальных целей устойчивого развития. Внутренние цели обеспечивают развитие национальной системы стандартизации и реализацию общих принципов стандартизации. Организационные цели направлены на формирование адекватной системы стандартизации экономики замкнутого цикла на основе выполнения требований к разработке документов стандартизации.

Целеполагание при формировании СС ЭЗЦ является важным этапом планирования процессов ее разработки и позволяет сформулировать желаемое состояние будущей системы.

6. Предложены структура и содержание системы перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла как важного инструмента обеспечения реализации национальных и федеральных проектов, а также государственных программ, основанный на комплексном подходе к их формированию, включающие в себя как разработку новых стандартов, в том числе на основе интеграции требований действующих стандартов менеджмента, так и трансформацию существующих документов стандартизации с учетом специфики конкретных этапов жизненных циклов продукции и ресурсов, представленных в модели функционирования экономики замкнутого цикла.

На основе проведенного анализа 19 перспективных программ стандартизации, реализуемых в настоящее время в РФ, автором были выявлены некоторые общие подходы, касающиеся специфики выбора оснований для разработки перспективных программ стандартизации (ППС); целей ППС, направленных на выполнение конкретных пунктов государственных программ; содержание ППС, формируемого на основе стадий жизненного цикла продукции; и определения разработчиков программ в лице профильных технических комитетов стандартизации, некоммерческие объединения соответствующей направленности и/или крупные государственные и негосударственные корпорации.

Объектами стандартизации при создании СС ЭЗЦ являются социально-экономические, управленческие и производственные отношения, возникающие в процессе создания и потребления продукции и услуг с учетом инновационных подходов к всеобщему ресурсосбережению. Данная специфика требует адаптации и расширения требований к формированию системы программ стандартизации, способствующей достижению целей построения СС ЭЗЦ.

Обобщенная схема комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла представлена на рисунке 5. Таким образом, автор предлагает следующий состав системы программ:

1) Программы комплексной стандартизации этапов жизненных циклов продукции и ресурсов.

2) Программа комплексной стандартизации процессов создания сырья и материалов.

3) Программа комплексной стандартизации методов оценки результативности и эффективности систем управления организаций замкнутого цикла и экономики замкнутого цикла в целом.

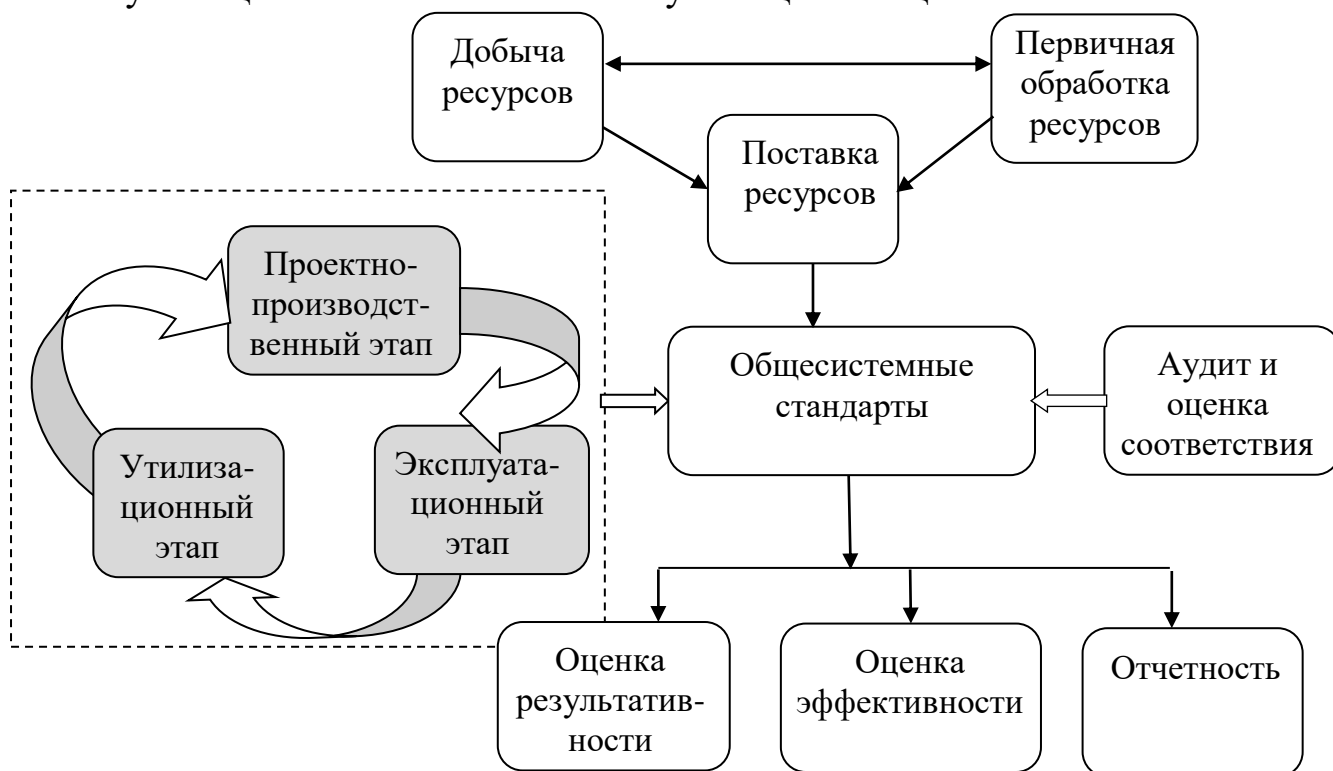


Рисунок 5 – Схема комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла

Глобальные преобразования в Российской Федерации в настоящее время осуществляются в рамках реализации национальных проектов, государственных программ или федеральных проектов.

Реализуемый в данный момент Федеральный проект «Экономика замкнутого цикла», и ряд схожих программных документов, косвенным образом влияющих на формирование экономики замкнутого цикла, таких как Национальные проекты «Экология» и «Производительность труда», не уделяют внимание вопросам формирования и развития стандартизации в рассматриваемой области. Между тем проведенный анализ, показал недостаточность имеющихся программных документов для системной перестройки российской экономики в целях обеспечения полноценного функционирования замкнутых биологических и технологических циклов. Для достижения данной цели целесообразно разработать отдельный Национальный проект, в рамках которого должны быть реализованы государственные программы по следующим направлениям:

– обеспечение экологичности продукции и высокого уровня ресурсосбережения производства на этапе проектирования продукции и постановки на производство;

– повышение эффективности использования всех видов ресурсов на этапе производства;

– разработка новых и совершенствование существующих социально-экономических отношений на эксплуатационных стадиях жизненного цикла продукции в целях формирования «ответственного потребления».

Обеспечением реализации такого Национального проекта станет система перспективных программ комплексной стандартизации, содержащая в своем составе три группы перспективных программ комплексной стандартизации, представленные выше.

С учетом схемы комплексной стандартизации (рисунке 5) и модели экономики замкнутого цикла (рисунке 3) сформирован состав системы перспективных программ комплексной стандартизации (таблица 2).

Таблица 2 – Состав системы перспективных программ стандартизации ЭЗЦ

Группы системы программ	Программы стандартизации
Перспективные программы комплексной стандартизации экономики замкнутого этапов жизненных циклов продукции и ресурсов.	1. Перспективная программа комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла: основополагающие стандарты. 2. Перспективная программа комплексной стандартизации процессов проектно-производственного этапа жизненного цикла экономики замкнутого цикла. 3. Перспективная программа комплексной стандартизации процессов эксплуатационного этапа жизненного цикла экономики замкнутого цикла. 4. Перспективная программа комплексной стандартизации процессов утилизационного этапа жизненного цикла экономики замкнутого цикла.
Перспективная программа комплексной стандартизации процессов создания сырья и материалов	Перспективная программа комплексной стандартизации процессов создания сырья и материалов.
Перспективные программы комплексной стандартизации методов оценки результативности и эффективности систем управления организаций замкнутого цикла и экономики замкнутого цикла в целом	1. Перспективная программа комплексной стандартизации методов оценки результативности и эффективности экономики замкнутого цикла. 2. Перспективная программа комплексной стандартизации систем отчетности организаций замкнутого цикла.

В качестве основного координатора системы ППКС ЭЗЦ может быть определен технический комитет ТК 483 «Экономика замкнутого цикла» (ТК 483). По отдельным перспективным программам выделены в

соответствии с ГОСТ Р 1.1-2020 возможные соисполнители – соответствующие технические комитеты по стандартизации, ответственные за стандарты, которые могут быть использованы как исходные документы при формировании требований на основе интеграции.

7. Разработаны методические подходы к формированию документов стандартизации на основе применения соответствующих инструментов интеграции, определенных посредством классификации требований интегрируемых стандартов; предложен оригинальный алгоритм разработки положений стандартов экономики замкнутого цикла с применением нечетко-множественной кластеризации, позволяющий минимизировать возможные ошибки и дефекты при классификации семантических единиц.

Анализ целей, представленных на рисунке 4, позволил выделить из представленного перечня ряд целей, достижение которых может быть обеспечено за счет применения интеграционного подхода.

Анализ существующих видов интеграции онтологий позволил распространить данный подход на процессы разработки требований стандартов экономики замкнутого цикла. Выбор конкретного вида интеграции зависит от уровня схожести интегрируемых исходных семантических единиц, что обосновывает необходимость их классификации по степени схожести. Наиболее применимым инструментом классификации на основе сравнительного анализа выбрана нечеткая кластеризация, позволяющая отдельной операционной таксономической единице принадлежать более чем одному кластеру с разной степенью членства. Такая классификация позволяет обоснованно выбрать соответствующий вид интеграции, применимый для конкретных интегрируемых требований. Разработан авторский алгоритм кластеризации требований интегрируемых стандартов, позволяющий минимизировать возможные ошибки и дефекты при классификации семантических единиц.

Результатом реализации данного алгоритма являются эффективно функционирующие стандарты экономики замкнутого цикла.

8. На основе анализа существующих программных документов по созданию соответствующих систем стандартизации и методических рекомендаций по их формированию предложен состав системы перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла (ППКС ЭЗЦ) с определением конкретных программно-проектных документов социально-экономического развития Российской Федерации в качестве основания для разработки конкретной ППКС ЭЗЦ, определены исполнители и соисполнители программ в лице технических комитетов по стандартизации и представителей бизнеса, а также кураторы программ со стороны федеральных органов исполнительной власти.

Для решения основной задачи формирования системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла необходимо разработать нормативно-правовое и методическое обеспечение реализации системы программ комплексной стандартизации ЭЗЦ. Для чего автором проанализировано содержание и порядок реализации действующих перспективных программ стандартизации и методические указания по комплексной стандартизации на предмет выделения устойчивых элементов структуры. Примерами таких программ стандартизации являются программа стандартизации в авиационной промышленности на период 2022–2027 годы, программа по стандартизации развития технологий и техники в области нефтепереработки, нефтехимии, переработки и сжижения природного газа (СПГ), программа стандартизации по общественному питанию до 2025 года, а также рассмотренные ранее перспективные программы стандартизации. Дополнительным документом, содержащим требования к формированию программ комплексной стандартизации, являются методические указания РД 50-158-82, которые, несмотря на определенное устаревание, могут быть использованы для коррекции структуры, содержания и порядка разработки и реализации таких программ.

На основе проведенного анализа действующих перспективных программ стандартизации, а также методических указаний по разработке программ комплексной стандартизации продукции РД 50-158-82 автор предложил оптимальную структуру типовой перспективной программы комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла.

Следующей задачей создания нормативно-методического обеспечения реализации системы перспективных программ комплексной стандартизации является определение содержания вышеуказанных пунктов структуры программных документов. В ходе ее решения автором было конкретизировано содержание разделов «Общие положения», «Основание для разработки ППКС», «Предпосылки к созданию ППКС», «Разработчики ППКС», «Структура ППКС», как представляющие наибольший интерес.

В частности, при определении содержания раздела «Основание для разработки ППКС» автором были проанализированы ряд стратегических программных документов, которые целесообразно использовать в качестве основания для разработки этих программ.

При создании раздела «Разработчики ППКС» автор руководствовался скорректированными рекомендациями Методического указания РД 50-158-82. В частности, пунктом 2.8. Указаний, который содержит требования к выбору ответственных за разработку и выполнение программ стандартизации. Такими должны являться министерства (ведомства), курирующие соответствующие социально-экономические процессы. Информация о кураторах и руководителях федеральных проектов и государственных программ, которые являются основанием для разработки конкретных ППКС ЭЗЦ, позволяет определить ответственных за их

разработку.

Непосредственными разработчиками и координаторами деятельности по стандартизации являются соответствующие технические комитеты по стандартизации. Как было сказано выше, основным координатором деятельности по формированию системы перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла является ТК 483. Исполнители и соисполнители из числа иных технических комитетов подбираются в соответствии с рекомендациями, представленными в разделе 3.3.

Определенную сложность представляет определение соисполнителей программ стандартизации из членов бизнес-сообщества. Это связано с низкой мотивацией участия бизнес-структур в процессах стандартизации в отсутствие экономической выгоды и государственного финансирования такой работы. Можно предположить только отрасли экономики, представители которых будут заинтересованы в участии в реализации соответствующих перспективных программ комплексной стандартизации.

Перечень задач, которые выполняются вышеперечисленными ответственными, заключается в следующем:

- 1) разработка, согласование и представление на утверждение в Росстандарт проектов исходных заданий на разработку программ;
- 2) разработка, согласование и представление на утверждение в Росстандарт проектов программ;
- 3) выполнение утвержденных программ;
- 4) контроль за ходом выполнения программ.

9. Разработана нейронная сеть, позволяющая автоматизировать процесс кластеризации требований стандартов, выбранных в качестве источников формирования первичных положений стандартов ЭЗЦ, и обеспечивающая значительное снижение трудоемкости как выбора инструмента интеграции таких требований, так и процессов формулирования требований стандартов ЭЗЦ.

Проблема разработки требований стандартов экономики замкнутого цикла заключается как в необходимости сохранения накопленного опыта, зафиксированного в существующих стандартах, так и с одновременным включением в разрабатываемые требования новых циркулярных подходов. Наиболее оптимальным инструментом разработки требований в таком случае является интеграция.

Применимость классических механизмов кластеризации для решения задач определения схожести исходных требований стандартов не оправдана вследствие применения булевой логики при отнесении соответствующих данных к конкретному кластеру, поэтому автором принято решение об использовании нечетко-множественного кластер-анализа. Нечеткая логика дает нечеткие значения любой конкретной точки данных, лежащие в любом из кластеров. Нечеткая кластеризация, как алгоритм кластеризации в

машинном обучении, позволяет точке данных принадлежать более чем одному кластеру с разной степенью принадлежности, что отвечает специфике решаемой задачи.

В целях кластеризации исходных требований для целей определения методов интеграции была поставлена задача разработки нейронной сети нечетко-множественной кластеризации текстов с точностью 83,33 %. Такой показатель точности в машинном обучении выбирают потому, что он обеспечивает баланс между высокой точностью и низким уровнем ложных срабатываний.

Создание нейронной сети осуществлено с использованием библиотек глубокого обучения TensorFlow и Keras. Основная направленность нейронной сети – это классификация текстов, преобразованных через инструмент векторизации текстов TF-IDF.

Ключевыми аспектами процесса разработки нейронной сети являются следующие составляющие:

1. TF-IDF векторизация. Подготовка текстовых данных для анализа с использованием максимально 1000 признаков.

2. Кросс-валидация. Применение KFold для более надежной оценки модели на различных подмножествах данных.

3. Слои нейронной сети. Использование полносвязных слоев с регуляризацией Dropout для предотвращения переобучения.

4. Обучение и оценка. Тренировка модели на обучающих данных и оценка ее точности на тестовой выборке.

При реализации модели кластеризации двух стандартов были учтены следующие моменты:

- 1) модель нейронной сети и ее параметры должны иметь возможность адаптации к специфике требований стандартов и особым условиям кластеризации;

- 2) параметр точности модели имеет сильную зависимость от качества и объема текстовых данных, а также от правильности настройки гиперпараметров модели.

Для создания окончательной версии нейросети с точностью 83,33 % был реализован следующий подход. В качестве основы была использована нейронная сеть с несколькими слоями и функцией активации ReLU. Полученный векторный массив данных использовался для обучения нейронной сети. Для обеспечения простоты и эффективности процедур использовались автоматизированная обработка и анализ текстовых данных, а также оптимизация гиперпараметров модели.

Результат разработки полной версии нейронной сети «Нечеткая кластеризация текстовых данных и выбор видов их интеграции» демонстрирует пример эффективного использования нейронной сети для кластеризации текстовых данных с высокой точностью.

Разработанный автором метод нечеткой кластеризации на основе

нейронной сети применим для осуществления начальных работ по созданию предварительных стандартов экономики замкнутого цикла на основе интеграции требований действующих стандартов и специфических положений ЭЗЦ. Этот метод демонстрирует простоту реализации, а также возможность достижения высокой точности при правильной подготовке данных и настройке параметров модели.

10. В рамках реализации процессов формирования цифровой платформы разработки и развития стандартов предложены алгоритм создания SMART-стандартов систем менеджмента на основе технологий общей логики и процедура создания агрегированных цифровых двойников, включающих в себя цифровые двойники состояний системы менеджмента, процессы выработки управляющих воздействий и SMART-стандарты, а также реальные параметры состояния внешней и внутренней среды организации.

Цифровизация, как и стандартизация, являются инструментами повышения эффективности экономики, и их интеграция позволит получить синергетический эффект, выражающийся в сокращении транзакционных издержек межорганизационного взаимодействия. Наиболее актуальными задачами, стоящими перед экспертным сообществом в области стандартизации являются задачи обеспечения цифровой трансформации процессов разработки, совершенствования и использования стандартов. Одним из механизмов решения таких задач является создание SMART-стандартов, позволяющих обеспечить автоматизацию анализа и обработки, а также разработки документов стандартизации. Автор считает, что для мотивации создания SMART-стандартов для систем менеджмента, необходимо обеспечить решение дополнительных задач применения SMART-стандартов, таких как обеспечение единства подходов при принятии управленческих решений и сокращение времени, при дальнейшей автоматизации процессов выработки таких решений.

Для решения сформулированных выше задач автором были определены детерминанты обеспечения машиночитаемости и машиноисполняемого оперирования для SMART-стандартов на системы менеджмента:

- повышенная четкость логической структуры и логическая разграниченность норм и частей стандарта на основе структуры высокого уровня HLS;
- предельно возможно допустимая семантическая шаблонизация требований на основе правил и методик общей логики с учетом метамоделей абстрактного синтаксиса общей логики;
- максимально краткое и точное изложение требований, не допускающее различные толкования, необходимое и достаточное для использования стандарта в соответствии с его областью применения;
- максимально возможно достижимая минимизированность в

стандарте бланкетных норм с учетом сохранения гибкости исходного стандарта.

Кроме того, был сделан акцент на важности создания инструментальной онтологии и форматов представления информации на основе специально разрабатываемого лексикона, на основе гибридизации синтаксиса общей логики и специального метаязыка экономики замкнутого цикла (с мета-данными и с управленческо-техническими конструкциями в формализованно-цифровизированных онтологиях).

Гибридизацию синтаксиса автор предлагает осуществлять, последовательно применяя метамодель абстрактного синтаксиса общей логики к словарю и онтологии систем менеджмента. Исходной базой является лексикон, который в определении стандарта ГОСТ Р 59791–2021 «Информационные технологии. Общая логика (CL). Основы семейства языков, основанных на логике», является набором имен (т.е. словарем лексикона), набором маркеров последовательности и набором заголовков. В качестве источника данной базы целесообразно выбрать основные определения и термины ИСО 9000-2015.

Завершающим этапом создания машинопонимаемого контента является формирование текста в виде набора высказываний и утверждений. Порядок создания машинопонимаемого контента представлен на рисунке 6.

Обобщая представленные выше варианты применения SMART-стандартов в системе стандартизации переход к экономике замкнутого цикла, предложено использовать возможности эмуляции системы управления организацией замкнутого цикла в виде цифрового двойника. Для целей настоящего исследования под цифровым двойником системы менеджмента понимается программный (виртуальный) аналог системы реальных процессов организации, воспроизводящий ее структуру, состояние, а также динамику изменения во времени.

Применение SMART-стандартов для формирования цифрового двойника процессов управления эмулирует прообраз управленческого воздействия, действенность которого можно будет оценить посредством определения максимального результата при минимальных уровнях негативного влияния внешних и внутренних факторов.

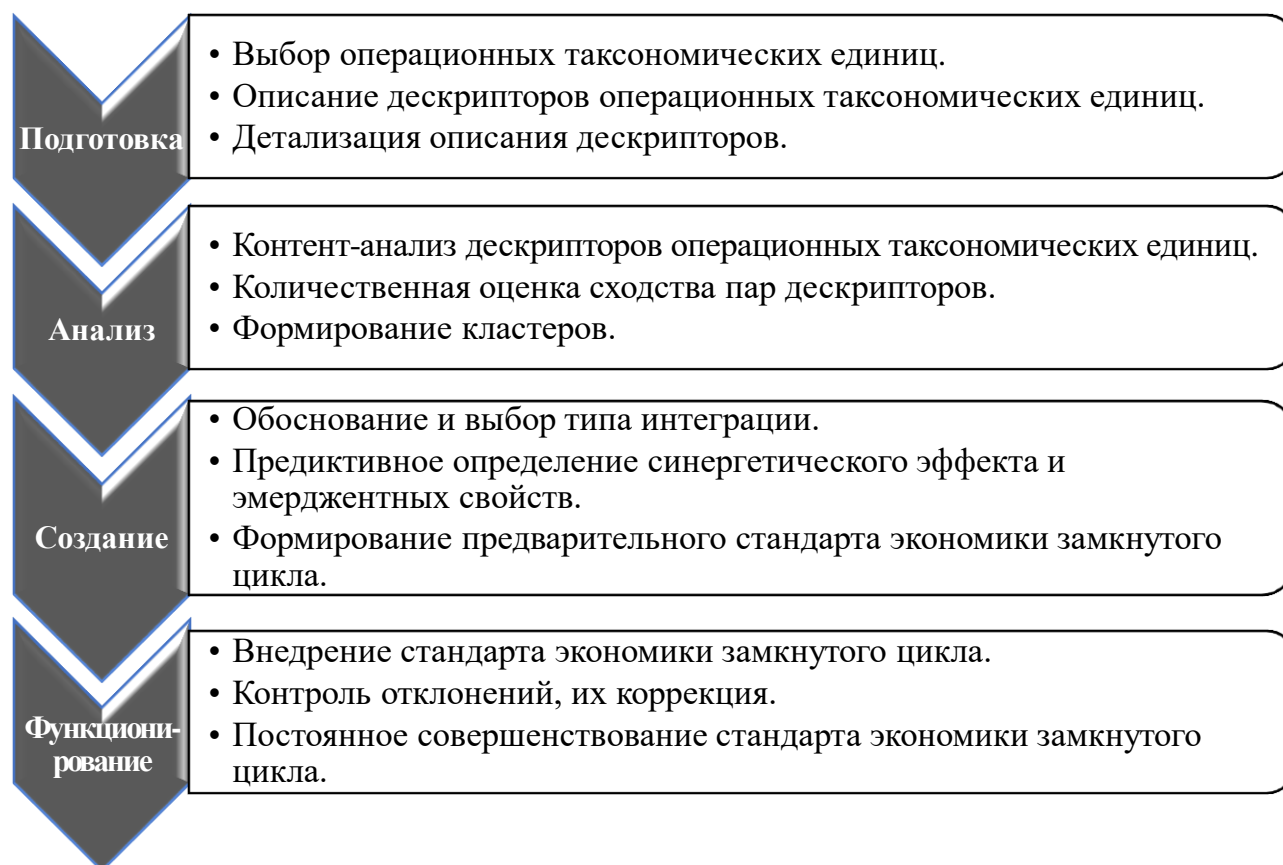


Рисунок 6 – Порядок создания машинопонимаемого контента

Наиболее оптимальным вариантом моделирования процессов функционирования системы менеджмента организации является создание агрегированного цифрового двойника (ДТА), реализованного в виде вычислительной системы, состоящей из цифровых двойников состояний системы менеджмента, процессов выработки управляющих воздействий и SMART-стандартов, а также реальных параметров состояния внешней и внутренней среды организации.

11. На основе адаптации существующих нормативных документов и практик разработан комплексный методический подход к оценке экономической, социальной и управленческой эффективности и результативности системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла, позволяющий определить приоритетные направления развития системы стандартизации и выработать решения по оптимизации деятельности участников выполнения перспективных программ комплексной стандартизации ЭЦ.

Для выбора показателей оценки экономической эффективности в работе использованы положения стандартов ISO серии 59000, в частности стандарт ISO 59020:2024.

Для обеспечения реализации адекватного процесса оценки экономической эффективности стандартизации экономики замкнутого цикла автором введены комплексные критерии по пяти выделенным в стандарте группам показателей.

Индекс использования вторичных ресурсов I_{in} рассчитывается как

сумма показателей потока входящих ресурсов:

$$I_{in} = \%_{REUI(X)} + \%_{RECI(X)} + P_{RENI(X)}, \quad (1)$$

где $\%_{REUI(X)}$ – повторно используемый ресурс;

$\%_{RECI(X)}$ переработанный ресурс;

$P_{RENI(X)}$ первичный, возобновляемый ресурс,

а оценка результативности стандартизации по данному индексу:

$$\Delta_{in} = I_{in}(t_{i+1}) - I_{in}(t_i) \quad (2)$$

Комплексный индекс циркулярности по утилизационным потокам I_{out} будет выглядеть следующим образом:

$$I_{out} = P_{REUO(X)} + P_{RECO(X)} + P_{RENO(X)}, \quad (3)$$

где $P_{REUO(X)}$ – коэффициент повторно используемых продуктов и материалов;

$P_{RECO(X)}$ – коэффициент переработки ресурсов;

$P_{RENO(X)}$ – коэффициент переработки биологических ресурсов,

и оценка результативности стандартизации по данному индексу:

$$\Delta_{out} = I_{out}(t_{i+1}) - I_{out}(t_i) \quad (4)$$

Оценка циркулярности энергетических ресурсов Δ_{en} :

$$\Delta_{en} = P_{ECONRE(X)}(t_{i+1}) - P_{ECONRE(X)}(t_i), \quad (5)$$

где $P_{ECONRE(X)}$ – средний процент потребляемой энергии, полученной из возобновляемых источников энергии.

Некоторая специфика присуща водным ресурсам, и она связана с наличием двух взаимозависимых комплексных показателей:

Индекс циркулярности водных ресурсов I_w :

$$I_w = P_{CWW} + P_{CDW}, \quad (6)$$

где P_{CWW} – коэффициент использования возвратной воды;

P_{CDW} – относительный показатель сброса очищенных вод;

и относительный показатель (коэффициент) рециркуляции водных ресурсов R_{WRR} .

Финансовые показатели представлены в ISO 59020:2024 двумя независимыми параметрами, первый из которых характеризует циркулярную результативность производственных процессов \mathbb{K}^{micro} , а второй является макроэкономическим показателем, оценивающим изменения потребления ресурсов к степени изменения валового внутреннего продукта (ВВП) \mathbb{K}^{macro} . Таким образом, можно сделать вывод, что изменение материальной производительности R_{MP} будет целесообразно использовать в качестве дополнительного слагаемого в комплексном критерии результативности СС ЭЗЦ на микроуровне, а изменение индекса ресурсоемкости экономики I_{RII} на макроуровне:

$$\mathbb{K}^{micro} = \alpha(\Delta_{in}^{micro} + \Delta_{out}^{micro}) + \beta(\Delta_{en}^{micro} + \Delta_w^{micro}) + \gamma\Delta R_{MP} \quad (7)$$

$$\mathbb{K}^{macro} = \alpha(\Delta_{in}^{macro} + \Delta_{out}^{macro}) + \beta(\Delta_{en}^{macro} + \Delta_w^{macro}) + \gamma\Delta I_{RII}, \quad (8)$$

где α, β, γ – коэффициенты значимости составляющих экономической

эффективности стандартизации экономики замкнутого цикла.

Предложенные показатели экономической эффективности стандартизации экономики замкнутого цикла для своего расчета позволяют использовать как отечественную систему статистической отчетности, так и международную. Применение данных показателей позволяет оценить экономическую эффективность стандартизации как на уровне отдельных организаций, так и на уровне российской экономики в целом.

Показатели социальной эффективности стандартизации ЭЗЦ в той или иной степени коррелируют с критериями устойчивого развития и качества жизни населения, что позволяет оценить влияние результатов внедрения экономики замкнутого цикла на социально-экономическое развитие РФ. Состав каждой из групп показателей социальной эффективности автор определил на основе интеграции различных методик, выбрав наиболее подходящие для целей оценки социальной эффективности стандартизации экономики замкнутого цикла.

Для оценки результативности достижения внутренних и организационных целей системы стандартизации экономики замкнутого цикла, а также системы перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла автор предлагает рассмотреть опыт оценки результативности работы технических комитетов по стандартизации, изложенный в документе «Правила стандартизации. Методика оценки эффективности деятельности технических комитетов по стандартизации» ПР 1323565.1.003-2019.

Расчет показателя результативности деятельности ТК в отношении работ по стандартизации ЭЗЦ осуществляется по аналогии с методикой ПР 1323565.1.003-2019 с учетом отсутствия деления стандартов по основанию источника финансирования:

$$P_N = \frac{N_2}{N_1}, \quad (9)$$

где N_2 – число проектов стандартов и проектов изменений к действующим национальным стандартам, которые разработаны и прошли экспертизу в ТК;

N_1 – общее число тем по разработке и обновлению национальных стандартов, включенных в перспективную программу комплексной стандартизации ЭЗЦ.

С учетом специфики системы стандартизации экономики замкнутого цикла показатель организованности и открытости (прозрачности) деятельности ТК предложено определять следующим образом:

$$P_o = P_{o2} + P_{o3} + P_{o4} + P_{o5} + P_{o6}, \quad (10)$$

где P_{o2} – показатель организационного обеспечения работы ТК;

P_{o3} – показатель открытости (прозрачности) деятельности ТК;

P_{o4} – показатель своевременности и полноты предоставленного в Росстандарт ежегодного отчета о деятельности ТК в прошлом году;

P_{05} – показатель уровня профессионализма в области стандартизации;

P_{06} – показатель уровня конфликтности в ТК.

Расчет показателя уровня участия соисполнителей в деятельности по стандартизации ЭЗЦ осуществляется по следующей формуле:

$$P_P = \frac{S_2}{S_1} + \frac{S_3}{S_1}, \quad (11)$$

где S_1 – общее количество предложений по коррекции проектов стандартов и проектов изменений к действующим национальным стандартам;

S_2 – количество предложений по коррекции проектов стандартов и проектов изменений к действующим национальным стандартам, предложенных представителями других ТК;

S_3 – количество предложений по коррекции проектов стандартов и проектов изменений к действующим национальным стандартам, предложенных представителями бизнес-сообществ.

Вводить обобщенный критерий по примеру, предложенному в ПР 1323565.1.003-2019 интегрального показателя результативности деятельности ТК, нецелесообразно ввиду отсутствия возможности сравнения с деятельностью других ТК. Полезным будет выявление тенденций изменения вышеуказанных показателей от года к году.

Предложенная методика количественной оценки результативности работ по стандартизации позволяет выработать решения по оптимизации деятельности участников выполнения перспективных программ комплексной стандартизации ЭЗЦ и обеспечить их успешное завершение.

12. Построена экономико-математическая модель оценки вклада управленческих инноваций, таких как «зеленые технологии» и экологические инновации, в экономический рост Российской Федерации. Количественно определен вклад «зеленых» технологий и динамики вторичного использования отходов потребления и производства в рост ВВП России, который можно использовать в качестве обоснования инвестиционной политики государства и отдельных организаций в области ресурсосбережения.

Для создания стимулов к продвижению принципов и подходов экономики замкнутого цикла со стороны для государства необходимо продемонстрировать экономические выгоды от их внедрения не только для отдельных организаций, но и для всей страны. Для этого автором был определен вклад технологических и управленческих инноваций в интегральный показатель результативности экономики – внутренний валовой продукт.

Автором предложена макроэкономическая модель оценки влияния ряда квазипроизводственных факторов на ВВП Российской Федерации, обосновывающая эффективность поддержки государственным органами

власти процессов продвижения принципов и подходов экономики замкнутого цикла.

С целью создания данной модели была рассмотрена функция, описывающая зависимость валового внутреннего продукта (ВВП) Российской Федерации VVP (в % к базовому 2008 году) от частных квазипроизводственных факторов, таких как:

E – использование отходов производства и потребления, млн. тонн;

I – специальные затраты, связанные с экологическими инновациями, млн руб.;

Q – разработанные передовые производственные технологии «Зеленые технологии»;

T – использование и обезвреживание отходов производства и потребления по видам экономической деятельности, млн тонн;

K – образование отходов производства и потребления по видам экономической деятельности, млн тонн.

Зависимость VVP от указанных производственных факторов представлена в виде:

$$VVP = \varphi E^{\alpha} I^{\beta} Q^{\gamma} T^{\delta} K^{\tau}, \quad (12)$$

где α , β , γ , δ и τ – коэффициенты эластичности соответственно по использованию отходов производства и потребления, специальным затратам, «зеленым» технологиям, образованию отходов производства и потребления и использованию и обезвреживанию отходов производства и потребления.

φ – коэффициент, характеризующий иные факторы в том числе затраты труда.

Для определения макроэкономической модели оценки влияния принципов экономики замкнутого цикла и смежных производственных факторов на результативность региональной экономики использовались исходные данные за 15 лет с 2008 по 2022 год.

После интерпретации результатов обработки статистических данных была получена результирующая модель, представленная формулой:

$$\widehat{VVP} = 0,9589 \cdot T^{1,042} Q^{0,051}. \quad (13)$$

Для того чтобы установить, что полученная модель (13) работоспособна (т. е. возможно проводить интерпретацию модели в целом и ее коэффициентов), необходимо рассчитать показатели качества модели и сравнить предсказанные результаты с реальными данными.

Средняя ошибка аппроксимации \bar{A} составляет:

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \widehat{y}_i}{y_i} \right| \cdot 100\% = 7\% < 12\%,$$

что подтверждает высокое качество модели

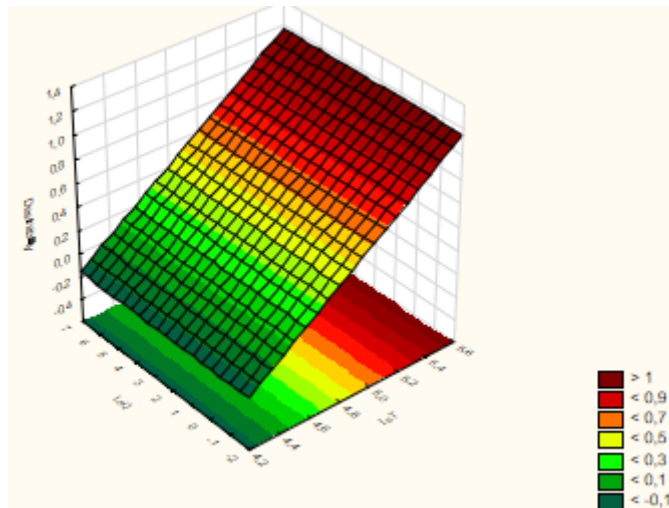


Рисунок 7 –Зависимость между числом предприятий внедряющих передовые «зеленые» технологии (Q), динамикой вторичного использования отходов (Т) и ВВП Российской Федерации (VVP)

На рисунке 7 представлена поверхность, отображающая зависимость между числом предприятий, внедряющих передовые «зеленые» технологии (Q), динамикой вторичного использования отходов (Т) и ВВП Российской Федерации (VVP). Можно сделать заключение, что совместное увеличение этих факторов приводит к существенному росту ВВП.

Проведенный статистический анализ показал, что увеличение вторичного использования отходов потребления и производства на 1% способствует росту ВВП на 1,042 % при фиксированных значениях остальных рассматриваемых в модели показателей, а увеличение количества внедренных передовых производственных технологий «Зеленые технологии» на 1 % приводит в среднем к росту ВВП на 0,051 %. Полученная модель является работоспособной для интерпретации и краткосрочного прогнозирования в рамках стабильных экономических условий развития.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, обеспечили достижение цели исследования, заключающейся в разработке теоретических, методологических, методических основ и практических рекомендаций для формирования и развития системы стандартизации в обеспечении перехода к экономике замкнутого цикла. В результате проведенного диссертационного исследования были получены следующие научные результаты: систематизирована и обобщена научная парадигма концепции экономики замкнутого цикла, включающая в себя понятийные дефиниции, принципы и закономерности, предложена концептуальная модель функционирования экономики замкнутого цикла, обосновывающая выбор подхода на основе жизненного цикла продукции к формированию структуры системы стандартизации, разработаны структура и содержание системы перспективных программ комплексной стандартизации

экономики замкнутого цикла как инструмента обеспечения реализации национальных проектов и государственных программ, сформулированы методические подходы к реализации перспективных программ комплексной стандартизации на основе интеграционных подходов.

Разработан комплексный методический подход к оценке экономической, социальной и управленческой результативности и эффективности перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла.

Полученные результаты могут быть использованы в практике деятельности органов государственной власти для обеспечения систематизированного и комплексного перехода от линейной экономики к экономике замкнутого цикла, для принятия научно обоснованных решений в области развития национальной системы стандартизации, и реализации национальных проектов и государственных программ. Разработанная макроэкономическая модель оценки вклада управленческих и технологических инноваций в области ресурсосбережения в экономический рост страны позволяют обосновать уровень бюджетных расходов в данной сфере.

Конечной задачей модернизации экономики замкнутого цикла на основе стандартизации является обеспечение устойчивого развития экономики страны, рост благосостояния ее населения.

IV. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Монографии, брошюры, учебники и учебные пособия

1. Антонов, С. А. Стандартизация в обеспечении перехода к экономике замкнутого цикла : монография / С. А. Антонов. – Казань : Изд-во «Познание» Казанского инновационного университета, 2024. – 6,69 п.л.
2. Антонов, С. А. Моделирование эффективных систем управления на основе стандартизации и интеграции : монография / С. А. Антонов. – Казань : Изд-во «Познание» Казанского инновационного университета, 2024. – 10 п.л.
3. Циркулярная экономика: обеспечение устойчивого развития и конкурентоспособности региона : монография / под науч. ред. д-ра экон. наук И. И. Антоновой. – Москва : ИНФРА-М, 2022. – 16,88 п.л. / 1,44 п.л.
4. Всеобщее управление качеством. Основоположники всеобщего менеджмента качества : учеб. пособие / И. И. Антонова, В. А. Смирнов, С. А. Антонов. – Москва : РУСАЙНС, 2018. – 8,63 п.л. / 1,0 п.л.

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК России

5. Антонов, С. А. Научные основы обеспечения экономики замкнутого цикла / С. А. Антонов // Стандарты и качество. – 2024. – №9. – С. 55–59. – 0,63 п.л.

6. Антонов, С. А. Формирование программы комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла / С. А. Антонов, Е. А. Горбашко // Экономика и управление. – 2024. – Т. 30. № 7. – С. 798–806. – 1,13 п.л. / 0,7 п.л.
7. Антонов, С. А. Перспективы и основные направления развития стандартизации экономики замкнутого цикла / С. А. Антонов // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2024. – № 4 (79). – С. 81–87. – 0,88 п.л.
8. Антонов, С. А. Формирование цифровой инфраструктуры реализации перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла / С. А. Антонов // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2024. – № 4 (79). – С. 88–94. – 0,88 п.л.
9. Антонов, С. А. Циркулярная экономика как инновационная модель устойчивого развития региона / С. А. Антонов, И. И. Антонова // Стандарты и качество. – 2022. – № 5. – С. 68–73. – 0,75 п.л. / 0,4 п.л.
10. Антонов, С. А. Особенности реализации циркулярной экономики / С. А. Антонов, И. И. Антонова // Стандарты и качество. – 2021. – № 6. – С. 54–59. – 0,75 п.л. / 0,4 п.л.
11. Антонов, С. А. Ресурсосберегающие аспекты циркулярной экономики: проблемы перехода / С. А. Антонов, И. И. Антонова, Р. З. Мухаметшин // Вестник экономики, права и социологии. – 2021. – № 4. – С. 13–17. – 0,75 п.л. / 0,25 п.л.
12. Антонов, С. А. Стандартизация подходов к процессу построения бережливого региона / С. А. Антонов, В. С. Антонов // Стандарты и качество. – 2020. – № 7. – С. 34–39. – 0,9 п.л. / 0,45 п.л.
13. Антонов, С. А. Макроэкономическая модель развития региона: оценка эффективности инвестиций в инновации / С. А. Антонов, В. С. Антонов // Компетентность. – 2019. – № 9–10. – С. 36–38. – 0,25 п.л. / 0,13 п.л.
14. Антонов, С. А. Макроэкономическая модель оценки влияния инноваций на региональное развитие / С. А. Антонов // Компетентность. – 2018. – № 2 (153). – С. 5–11. – 0,44 п.л.
15. Антонов, С. А. Вопросы стандартизации регионального стратегического планирования / С. А. Антонов, Л. Б. Шабанова, В. С. Антонов // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2018. – Т. 7. № 10. – С. 58–63. – 0,78 п.л. / 0,26 п.л.
16. Антонов, С. А. Интеграция СМК и бережливого производства на этапе планирования / Антонов С. А. // Стандарты и качество. – 2017. – № 2. – С. 88–91. – 0,5 п.л.
17. Антонов, С. А. Комплексная оценка результативности бережливого производства / С. А. Антонов, В. С. Антонов // Стандарты и качество. – 2016. – № 9. – С. 86–89. – 0,67 п.л. / 0,36 п.л.
18. Антонов, С. А. Подходы к снижению производственных потерь на предприятиях машиностроения / С. А. Антонов, Г. Ч. Ахмадеева,

И. И. Антонова // Бизнес. Образование. Право. – 2015. – № 3 (32). – С. 47-52. – 0,75 п.л. / 0,25 п.л.

19. Антонов, С. А. Взаимосвязь скрытых потерь с инструментами бережливого производства / С. А. Антонов, В. А. Смирнов, И. И. Антонова, Г. Р. Дмитриева // Компетентность. – 2013. – № 2 (103). С. 36-39. – 0,25 п.л. / 0,1 п.л.

20. Антонов, С. А. Бережливый подход к вовлечению персонала в процесс совершенствования производства / С. А. Антонов, И. И. Антонова, В. С. Антонов, Г. Р. Дмитриева, А. Т. Хадиева // Казанская наука. – 2013. – № 4. – С. 20–23. – 0,5 п.л. / 0,1 п.л.

21. Антонов, С. А. Основные принципы разработки процесса контроля качества продукции и процессов в непрерывном производстве / С. А. Антонов, Б. Е. Недбайлюк, И. И. Антонова // Научно-технический вестник Поволжья. – 2012. – № 4. – С. 158–163. – 0,75 п.л. / 0,25 п.л.

22. Антонов, С. А. Методы бережливого производства в непрерывных производственных процессах / С. А. Антонов, Б. Е. Недбайлюк, И. И. Антонова, В. Н. Кудряшов, Л. Х. Галявиев // Актуальные проблемы экономики и права. – 2011. – № 1. – С. 102–110. – 1,13 п.л. / 0,25 п.л.

23. Антонов, С. А. Установление показателей эффективности «бережливого производства» / С. А. Антонов, В. А. Смирнов, И. И. Антонова, Г. Ч. Ахмадеева // Актуальные проблемы экономики и права. – 2011. – № 3. – С. 146–153. – 1,0 п.л. / 0,3 п.л.

24. Антонов, С. А. «Бережливое производство» в химической отрасли / С. А. Антонов, Б. Е. Недбайлюк, И. И. Антонова, Л. Х. Галявиев // Стандарты и качество. – 2010. – № 10. – С. 78-80. – 0,38 п.л. / 0,1 п.л.

Статьи в профессиональных журналах и научных сборниках

25. Антонов, С. А. Формирование устойчивого развития региона на базе стандартизации / С. А. Антонов, В. С. Антонов, А. Т. Хадиева // В сборнике: Национальные концепции качества: роль качества в научно-технологическом развитии страны. Сборник материалов Национальной научно-практической конференции с международным участием. Санкт-Петербург, 2023. С. 19–22. – 0,25 п.л. / 0,15 п.л.

26. Антонов, С. А. Система менеджмента качества медицинской организации / С. А. Антонов, И. И. Антонова, Л. Н. Мурадинова // В сборнике: Эффективные системы менеджмента: Качество. Циркулярная экономика. Технологический суверенитет. Сборник научных статей XI Международного научно-практического форума. Казань, 2024. С. 23–25. – 0,19 п.л. / 0,1 п.л.

27. Антонов, С. А. Риск-ориентированный подход к построению интегрированной системы менеджмента в медицинских организациях / С. А. Антонов, С. А. Осипов, Л. Н. Мурадинова // В книге: Эффективные системы менеджмента: стабильное качество в нестабильных условиях. Материалы X юбилейного Международного научно-практического форума.

- Под редакцией И.И. Антоновой. Казань, 2023. С. 21–24. – 0,25 п.л. / 0,1 п.л.
28. Антонов, С. А. Особенности кластерного подхода к формированию цифровой и циркулярной экономики / С. А. Антонов // В сборнике: Научно-производственный бизнес: устойчивое развитие экономики и ESG-трансформация. Материалы IV инновационно-образовательного Кампуса - 2022. Под редакцией И.И. Антоновой. Казань, 2022. С. 24–28. – 0,32 п.л.
29. Антонов, С. А. Интеграционный подход к формированию цифровой и циркулярной экономики / С. А. Антонов, Т. В. Крамин // В сборнике: Вектор развития управленческих подходов в цифровой экономике. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Казань, 2021. С. 212-219. С. 21–24. – 0,5 п.л. / 0,25 п.л.
30. Антонов, С. А. Цифровая трансформация вуза как основа устойчивого развития / С. А. Антонов, И. И. Антонова // В сборнике: Вектор развития управленческих подходов в цифровой экономике. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Казанский инновационный университет имени В. Г. Тимирязова. Казань, 2020. С. 12-19. – 0,5 п.л. / 0,25 п.л.
31. Антонов, С. А. Циркулярная экономика: вопросы стандартизации и подготовки кадров / С. А. Антонов, В. С. Антонов // В книге: Национальная концепция качества: подготовка управленческих кадров. Сборник тезисов докладов национальной научно-практической конференции с международным участием. Санкт-Петербург, 2020. С. 391-394. – 0,25 п.л. / 0,15 п.л.
32. Антонов, С. А. Управленческие аспекты построения Индустрии 4.0 / С. А. Антонов // В сборнике: Вектор развития управленческих подходов в цифровой экономике. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 19-25. – 0,44 п.л.
33. Антонов, С. А. Влияние особенностей организационных структур на успех бережливого производства / С. А. Антонов // В книге: Национальная концепция качества: государственная и общественная защита прав потребителей. Сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции. Санкт-Петербургский государственный экономический университет. 2018. С. 304-307. – 0,25 п.л.
34. Антонов, С. А. К вопросам интеграции СМК и бережливого производства / С. А. Антонов // В книге: Национальные концепции качества: повышение качества жизни. Сборник материалов VII международной научно-практической конференции. 2016. С. 34-39. – 0,38 п.л.
35. Антонов, С. А. Формирование показателей бережливости для устойчивого развития производства / С. А. Антонов // В сборнике: Менеджмент качества и устойчивое развитие в изменяющемся мире. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева». 2016. С. 50-56. – 0,44 п.л.

36. Антонов, С. А. Современные подходы к оптимизации форм контроля в организациях / С. А. Антонов // В сборнике: Эффективные системы менеджмента – гарантии устойчивого развития. Материалы V международного научно-практического форума. Под редакцией И. И. Антоновой. 2016. С. 53-58. – 0,38 п.л.

37. Антонов, С. А. Вопросы оценки эффективности мероприятий по снижению рисков в системе менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда / С. А. Антонов, И. И. Антонова // В сборнике: Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: настоящее и будущее. Материалы III Международной научно-практической конференции в рамках форума «Безопасность и связь». 2014. С. 22-25. – 0,25 п.л. / 0,13 п.л.

38. Антонова И.И., Антонов С.А., Белобрагин В.Я. Взаимосвязь принципов TQM с концепцией «бережливое производство» Эффективные системы менеджмента – стратегии успеха. 2014. Т. 1. № 4. С. 36-45. – 0,63 п.л. / 0,21 п.л.