

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

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)

Диссертация на соискание ученой степени
доктора экономических наук

Научный консультант:
доктор экономических наук, профессор
Горбашко Елена Анатольевна

Санкт-Петербург – 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА НА ОСНОВЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ.....	18
1.1. Экономическое развитие в условиях нестабильности экономики и дефицита ресурсов: ретроспективный анализ и современные тенденции.....	18
1.2. Системные основы и характеристики экономики замкнутого цикла.....	32
1.3. Отечественный и зарубежный опыт стандартизации в обеспечении экономики замкнутого цикла.....	58
Выводы по главе.....	68
ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ МОДЕЛИ СТАНДАРТИЗАЦИИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ЭКОНОМИКЕ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА.....	70
2.1. Целеполагание и формирование модели трансформации систем управления при переходе к экономике замкнутого цикла.....	70
2.2. Концептуальная модель функционирования экономики замкнутого цикла.....	86
2.3. Методологические аспекты формирования модели стандартизации в обеспечении перехода к экономике замкнутого цикла.....	101
Выводы по главе.....	114
ГЛАВА 3. НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ ДЛЯ ПЕРЕХОДА К ЭКОНОМИКЕ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА.....	116
3.1. Определение целей и задач формирования системы стандартизации обеспечения перехода к экономике замкнутого цикла.....	116
3.2. Методика создания системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла на основе программного подхода	128
3.3. Интеграционные инструменты разработки требований стандартов экономики замкнутого цикла.....	147

Выводы по главе.....	161
ГЛАВА 4. РЕАЛИЗАЦИЯ И РАЗВИТИЕ ПРОГРАММ КОМПЛЕКСНОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ КАК СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИКОЙ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА	163
4.1. Нормативно-правовое и методическое обеспечение реализации перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла	163
4.2. Разработка цифровых инструментов создания требований стандартов экономики замкнутого цикла на основе нечетко-множественной классификации.....	184
4.3. Методические рекомендации по формированию цифровой инфраструктуры реализации и развития перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла.....	193
Выводы по главе	209
ГЛАВА 5. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОНОМИКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА.....	212
5.1. Разработка методики оценки эффективности и результативности стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла.....	212
5.2. Макроэкономическая модель оценки экономического эффекта формирования экономики замкнутого цикла.....	233
5.3. Направления повышения результативности системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла.....	245
Выводы по главе.....	255
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	257
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	264
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	292
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	294
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	295
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	299

ВВЕДЕНИЕ

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 РФ 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 РФ 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 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. Кристони, А. Макарти, Х. Поттинг, Д. Райке, С. Сове, М. Тонелли, А. Фельдмана, М. Хеккерта, У. Шталя. 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 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 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 разработке 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 и 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 при формировании 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 разработан алгоритм создания SMART-стандартов систем менеджмента на основе технологий общей логики и предложена 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 создавать 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», 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» 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 в рамках реализации гранта «Школа экологических волонтеров XXI в.», направленного на содействие развитию экологического просвещения в учебных заведениях; по федеральному гранту «Экологические тропы Нижнекамья», направленного на продвижение эколого-инновационных идей, а также научно-исследовательские, социально-практические, просветительские и прочие цели.

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.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА НА ОСНОВЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ

1.1. Экономическое развитие в условиях нестабильности экономики и дефицита ресурсов: ретроспективный анализ и современные тенденции

Сложившаяся еще в начале XIX века линейная модель производства, основанная на принципе «добыть, произвести, потребить, выбросить», сопровождала по времени III и IV технологические уклады. Она привела к прогрессирующим масштабным экологическим катастрофам. В период XIX века это массовая вырубка лесов, значительное загрязнение пространств.

Беда XX века – огромные объемы отходов на полигонах, выбросы в атмосферу, загрязненные сточные воды, несанкционированные свалки, нехватка экологической инфраструктуры [197]. К примеру, в Республике Татарстан за 2020 год площадь объектов, используемых для захоронения твердых коммунальных отходов, превысила 530 га, что сопоставимо с площадью 742 футбольных полей [178]. Кроме бытовых отходов, по данным Министерства строительства, архитектуры и ЖКХ, в республике ежегодно образуется около 6 млн тонн сельскохозяйственных и 2,2 млн тонн промышленных отходов.

В геометрической прогрессии растет потребление товаров длительного пользования. Жители США в конце XX века покупали их в 10–15 раз больше, чем в середине прошлого века [177]. Как следствие, возник мощный поток устаревших автомобилей, электробытовых приборов, использованной упаковки и тары. По оценке экспертов, количество бытовых отходов на одного жителя в Японии в конце XX века составило 400 кг [208], а каждый европеец производил в 2004 году одну тонну мусора [238]. Требуется тщательного внимания проблема загрязнения околоземного пространства.

По мнению ряда исследователей, человечество приближается к пределу возможностей планеты в обеспечении ресурсами, а в некоторых случаях уже переступило их. Об этом говорят модель «Пределов роста» Донеллы Медоуз и

концепция промышленной экологии [196; 221].

Главная угроза заключается в необратимых последствиях для жизни и здоровья человечества. По данным Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан, более 80 % предприятий, имеющих очистные сооружения, не выполняют очистку сточных вод до установленных нормативов и сбрасывают загрязнения в водоемы [124]. Вредные вещества накапливаются в продуктах, ухудшается состояние почв, воды и воздуха, что ведет к росту заболеваемости и смертности, усиливаются социальная напряженность, отток кадров. В результате экономика теряет кадры, страдает качество человеческого капитала.

Растет протестная активность жителей по отношению к реализации новых инвестиционных проектов в промышленных зонах. В Республике Татарстан с этим неоднократно сталкивались компании группы ПАО «Татнефть» и группы АО «ТАИФ». Страх перед угрозой жизни и здоровью заставляет людей выступать против перспективы создания новых рабочих мест, роста доходов.

Уже в рамках конца IV технологического уклада в мировом сообществе, в том числе в России, утверждается устойчивая общественно-экономическая установка на переход к другой модели производства – формированию и развитию экономики замкнутого цикла. Достижения науки и производства V экономического уклада, в первую очередь разработка и внедрение новых безотходных и энергосберегающих производств, показали техническую и технологическую осуществимость нового вида экономики. Диалектический принцип зарождения и развития нового качества в недрах господствующего в политике мер проявляется в процессе становления экономики замкнутого цикла. Отечественный опыт подтверждает этот тезис. В 1970 году совместным решением директивных органов и общественных организаций стран Совета экономической взаимопомощи (далее – СЭВ) была одобрена программа экономики использования материальных и энергетических ресурсов [179]. На ее основе осуществлены повсеместный сбор и переработка черных и цветных металлов, макулатуры, текстильных отходов, стеклянной тары [179]. Например, в черной металлургии до 50 % составлял скраб-процесс.

Во многом первичный сбор отходов обеспечивался предприятиями Центросоюза и пунктами сбора Министерства черной металлургии СССР. Практика сегодняшнего дня ориентирована в основном на отдельный сбор отходов и пока малоэффективна.

На Западе концепция экономики замкнутого цикла была сформулирована в 1960-х годах академическими учеными в области экологии и экономики окружающей среды. Опасения относительно пределов роста и нехватки ресурсов, высказанные Р. Карсоном и К. Боулдингом, заложили основу концепции экономики замкнутого цикла [218; 219]. Боулдинг (1966) в своей статье, озаглавленной «Экономика грядущего космического корабля «Земля»», утверждал, что в качестве ответа на ограниченный запас ресурсов планеты, воды и энергии для выживания человечества крайне важны повторное использование и переработка отходов с точки зрения формирования обратных циклов восстановленных ресурсов и продления сроков использования продукта.

В то же время научно-технологические и организационные возможности даже IV технологического уклада до сих пор используются недостаточно. Это в первую очередь касается категории потери. Они выражаются в высокой энерго- и материалоемкости конечного продукта. Например, энергоемкость производства одной тонны цемента в России в среднем в 2,5 раза выше, чем в США, а на изготовление средней по величине детали машины идет в 1,5 раза больше металла, чем в Японии.

В целом на производство одной единицы ВВП потребляется энергии в три-четыре раза больше, чем в США или ЕС [239].

Все вышеперечисленные факторы обуславливают необходимость коррекции, а в некоторых случаях и значительной трансформации управленческих подходов, что привело к разработке достаточно большого количества разнообразных и разноплановых систем управления. Практика внедрения в управленческую деятельность организаций такого количества разнообразных подходов закономерно привела к функциональным нарушениям в системе управления и появлению значительного количества рисков. В связи с

этим перед организациями встала дилемма: сохранить существующие, традиционные управленческие подходы, что может привести к технологическому отставанию и потере конкурентоспособности, или внедрять новые управленческие концепции с риском утратить наработанный опыт и практики и получить снижение управляемости в переходном периоде. Решением данной проблемы может стать научно обоснованный системный подход к построению интегрированных систем менеджмента, учитывающих специфику деятельности конкретной организации.

Современные тенденции развития мировой и российской экономик характеризуются разнонаправленными трендами глобализации и регионализации. Агрессивная политика США, направленная на обеспечение собственного выживания в условиях перманентного экономического и политического кризисов, привела к значительному изменению картины экономических связей как в Европе, так и в Азии. Попытка США сохранить свое доминирующее положение за счет всеобщей глобализации экономических отношений в настоящее время реализуется ими в рамках жесткого санкционного давления на Российскую Федерацию и экономической войны с Китаем. 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 импортозамещения и сокращения сырьевой составляющей во внутреннем валовом продукте РФ. Другими причинами изменения экономических отношений продолжают оставаться факторы усиления требований, связанных с охраной окружающей среды, рациональным использованием 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.

Экономика замкнутого цикла в большинстве случаев рассматривается как средство достижения целей устойчивого развития, предотвращения глобальных катастроф, связанных с нерациональным природопользованием, ростом населения и объемов потребления. Она отвечает отдельным целям устойчивого развития, принятым ООН, в частности: ответственное потребление и производство (цель 12), борьба с изменением климата (цель 13), чистая вода и санитария (цель 6), недорогостоящая и чистая энергия (цель 7), устойчивые города и населенные пункты (цель 11), сохранение морских экосистем и экосистем суши (цели 14 и 15) [200].

В свою очередь ряд целей устойчивого развития предполагают создание, формирование высокого качества человеческого капитала посредством ликвидации нищеты и голода, обеспечения здоровья и благополучия, качественного образования, достойной работы и экономического роста (цели 1, 3, 4 и 8) [200].

Что касается России, то на уровне правительства уже сформировалось четкое понимание необходимости развития экономики замкнутого цикла. В рамках федерального проекта завершена работа над четырьмя программами применения вторичных ресурсов и вторичного сырья из отходов:

- в сфере строительства и ЖКХ (ответственное ведомство – Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации);
- в промышленном производстве (ответственное ведомство – Министерство промышленности и торговли Российской Федерации);
- в сфере сельского хозяйства (ответственное ведомство – Министерство промышленности и торговли Российской Федерации);
- в сфере использования альтернативного топлива из отходов в промышленном производстве (ответственное ведомство – Министерство промышленности и торговли Российской Федерации).

На первом этапе реализации федерального проекта «Экономика замкнутого

цикла», рассчитанного до 2030 года, предполагается создание условий для перехода к экономике замкнутого цикла путем сокращения объема образования отходов.

Одна из главных целей федерального проекта – создание благоприятных условий для формирования источников вторичного сырья, а также разработки технологий по его переработке и дальнейшему использованию. Также планируется расширить экологическую ответственность бизнеса, утвердить план импортозамещения по производству перерабатывающего оборудования (на существующих в России предприятиях по переработке отходов в основном используется импортное оборудование) и принять необходимые меры по изменению законодательства. Некоторые вопросы уже решены, в частности, сформирована нормативная база, в том числе принят базовый закон о вторичных материальных ресурсах, согласно которому отныне вторичные ресурсы подлежат переработке и с 2030 года будут полностью запрещены к захоронению.

Последние несколько лет в России прилагаются усилия по формированию эффективной системы обращения с отходами:

- расширяется перечень возможных форм обращения с отходами для предприятий (в том числе организация собственных объектов инфраструктуры и заключение договора с региональным оператором);
- устанавливаются нормативы утилизации отходов при производстве некоторых групп товаров.

Это происходит из-за принятия Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» (от 29.12.2014 № 458-ФЗ; последняя редакция – от 28.12.2016) [4].

Если говорить о глубине переработки отходов в России на сегодняшний день, то этот показатель очень низкий. По данным Российского экологического оператора (РЭО), в России во вторичный оборот запускается только 6 % всех видов отходов, в то время как 94 % захоранивается на полигонах (это не только коммунальные отходы, но и промышленные, строительные, сельскохозяйственные и другие). Принятые нормативы утилизации отстают от нормативов, принятых в

странах Европы. Если проанализировать страны с точки зрения их движения по отказу от полигонного захоронения, то Россия, например, немного уступает Мексике (93 % отходов идет на полигоны), находится заметно ниже Индонезии (79 %), Бразилии (78 %), значительно ниже Китая (67 %), США (53 %), Австралии (49 %) и сильно отстает от таких стран, как Великобритания (29 %), Индия (27 %), Италия (26 %), Франция (26 %), Южная Корея (16 %), Япония (2 %).

В России множество предприятий перерабатывают ПЭТ-отходы в гранулят, используемый в дальнейшем при производстве продуктов с более низкими потребительскими свойствами. Эти предприятия также применяют принципы циркулярной экономики. Многие из них при выпуске конечной продукции используют вторичный ПЭТ, например, АО «Втор-Ком», ГК «ЭкоТехнологии», АО «Комитекс», АО «РБ-Групп», ООО «Селена» и СПЕСТА. Все они производят волокно на основе вторичного ПЭТфлекса [210].

В эту группу входят предприятия, перерабатывающие резиносодержащие отходы. К числу наиболее крупных переработчиков резины можно отнести Волжский регенератно-шиноремонтный завод и Чеховский регенератный завод.

На выходе после утилизации получают такие продукты, как крошка, шинный регенерат. Успешно функционируют еще два крупных завода: ЗАО «Завод переработки покрышек № 1» (группа «ЭКСПЛОТЭКС») и ООО «КСТ Экология». В общей сумме производственные мощности указанных заводов составляют более 70 % соответствующих мощностей России [207].

На территории РФ каждый год собирается более миллиона тонн отходов электронного и электротехнического оборудования, четверть которых составляет крупная бытовая техника.

В Европейском союзе согласно Директиве 2012/19/EU от 4 июля 2012 г. «Об отходах электрического и электронного оборудования (WEEE-2)» предусмотрено предотвращение образования отходов электрического и электронного оборудования путем повторного использования, рециклинга и других форм переработки этих отходов, а также эффективное использование и извлечение ценного вторичного сырья. Директива транспорировалась в национальное законодательство всех

государств – членов ЕС. В результате в большинстве из них удалось создать разветвленную сеть пунктов сбора отходов, обеспечить постоянный рост глубокой их переработки. После 2021 года уровень сбора отходов этой группы составил более 65 % от массы электрооборудования, размещенного на промышленных площадках ведущих стран за предыдущие три года. Однако система учета этих отходов отсутствует. По данным Организации ООН по промышленному развитию (UNIDO 77), переработке подвергается лишь 20 %.

Сегодня в стране действуют восемь десятков перерабатывающих предприятий, большая часть которых осуществляет сбор и предварительную переработку этих отходов. Причем переработке подвергаются наиболее выгодные с коммерческой точки зрения фракции: металлы, печатные платы и пластик. Некоторые предприятия глубоко перерабатывают отходы, что позволяет им извлекать драгметаллы, а также отдельные полезные фракции. Однако заводов, которые бы занимались переработкой электронных отходов опасного типа, в России нет.

В частности, не осуществляется переработка химических источников тока, стекла, содержащего свинец, не сжигаются хладоны. В стране действует единственный завод ООО «УКО», утилизирующий технику холодильного и климатического типов, содержащую фреоны [210].

Проанализировав деятельность немногочисленных компаний, функционирующих на территории нашей страны и применяющих принципы циркулярной экономики, можно констатировать: эти предприятия, в основном, занимаются переработкой тех или иных отходов, а их опыт является частным случаем проявления экономики замкнутого цикла. Однако единой системы, способствующей становлению и распространению экономики замкнутого цикла, в настоящее время в России нет. Это замедляет переход к циркуляризации экономических процессов и трансформации конечных жизненных циклов продукции в круговые непрерывные жизненные циклы.

Проблемы обеспечения устойчивого развития экономики в настоящее время являются наиболее актуальными в условиях одновременного влияния двух

негативных факторов: повышения количества потребителей и их потребностей и сокращения доступных ресурсов для их удовлетворения. Рост понимания необходимости рационального использования ресурсов с учетом сохранения и роста качества жизни населения обуславливает задачу трансформации экономических отношений. Важнейшим направлением решения такой задачи является формирование и развитие экономики замкнутого цикла или циркулярной экономики (в терминологии зарубежных авторов), основа которой – замкнутые цепи поставок. Они обеспечивают максимизацию добавленной стоимости в течение всего жизненного цикла (ЖЦ) продукта с динамическим восстановлением в рамках относительно длительных временных интервалов ценностей различных типов и объемов [223].

Применительно к переходу на принципы экономики замкнутого цикла можно выделить основные ограничения, которые следует преодолеть для эффективной трансформации социальной инфраструктуры и человеческого капитала. Среди них – недостаток компетенций и технологий, необходимость изменения культуры потребления, потребность в масштабных инвестициях, ограниченность инфраструктуры обращения с ресурсами.

Для перехода к новой модели экономики потребуется сформировать в обществе культуру осознанного потребления, навыки рационального использования ресурсов, компетенции в области перехода к экологически чистым технологиям.

Привычные для всех стандарты рыночной экономики предполагают постоянное наращивание потребления, так как именно этот фактор обеспечивает экономический рост. Но сейчас все больше экспертов приходят к мысли, что непрерывно растущее потребление, которое считается одним из ключевых показателей качества жизни, начинает оказывать разрушительное воздействие на окружающую среду. Производство товаров потребления, в которые производитель сознательно закладывает ограниченный срок использования с целью обеспечения регулярных закупок новых аналогичных товаров, создает огромный объем отходов, который с каждым годом возрастает. При этом существующие технологии их утилизации, а также мощности по их переработке

недостаточны для охвата всего объема образуемых отходов. В результате создается чрезмерное давление на природу.

Экономика замкнутого цикла предполагает создание регулятивных условий и трансформации объектов социальной инфраструктуры. Таким образом, должно быть сформировано новое качество человеческого капитала, который станет катализатором и проводником изменений.

Примером удачного подхода к формированию основ экономики замкнутого цикла может служить Республика Татарстан (далее – РТ), где автор является участником событий по ее становлению.

Законом РТ от 17 июня 2015 г. № 40-ЗРТ утверждена Стратегия социально-экономического развития РТ до 2030 года, которой в качестве одной из стратегических целей определены разработка и обеспечение реализации комплексной программы обращения с отходами (организация максимально эффективного сбора и глубокой переработки отходов).

Постановлением Кабинета Министров РТ от 14.05.2019 № 391 внесены изменения в Территориальную схему в области обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами Республики Татарстан, утвержденную постановлением Кабинета Министров РТ от 13.03.2018 № 149.

Концепция территориальной схемы предусматривает организацию двух зон деятельности региональных операторов по обращению с твердыми коммунальными отходами (далее – ТКО), в составе которых планируется сформировать межмуниципальные отраслевые коммунальные комплексы по обращению с ТКО в составе:

- объекты накопления и сбора ТКО;
- мусороперегрузочные станции;
- мусоросортировочная станция;
- межмуниципальный полигон ТКО;
- экологический технопарк при мусоросортировочной станции ТКО.

В составе экологических технопарков предусматривается размещение следующих производственных мощностей:

- по биотермической утилизации биodeградебельных органических морфологических компонентов ТКО по технологии аэробного компостирования или анаэробного сбраживания в дигестат;
- по гранулированию полимеров;
- по производству RDF;
- по утилизации отходов лакокрасочных материалов;
- по утилизации ПЭТФ-бутылок;
- по утилизации ртутьсодержащих опасных ТКО (отработанных ртутьсодержащих люминесцентных ламп, энергосберегающих ламп, ртутных градусников);
- по утилизации электронного и электрического оборудования;
- по утилизации иных морфологических компонентов ТКО;
- по термическому обезвреживанию ТКО с получением тепловой и (или) электрической энергии для собственных нужд экологического технопарка;
- по прессованию макулатуры;
- по прессованию алюминиевых и жестяных банок;
- по прессованию пенопластов.

Особое значение среди вторичных материальных ресурсов имеют лом и отходы черных и цветных металлов, захоронение которых в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 25 июля 2017 г. № 1589-р запрещено с 1 января 2018 г.

По состоянию на 14.04.2021 согласно Реестру лицензий на заготовку, хранение, переработку и реализацию лома черных металлов, цветных металлов на территории РТ осуществляют лицензируемый вид деятельности на 145 предприятиях.

В соответствии с пунктом 6 статьи 12 Федерального закона от 24.06.1998 года № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» объекты размещения отходов вносятся в государственный реестр объектов размещения отходов. В соответствии с пунктом 7 указанной статьи запрещается размещение отходов на объектах, не внесенных в государственный реестр объектов размещения отходов.

В Государственный реестр объектов размещения отходов включены сведения по 40 полигонам ТКО и 354 иным объектам, расположенным на территории РТ.

Во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» в Республике Татарстан создан Научно-образовательный центр мирового уровня «Циркулярная экономика» [1], основной целью которого является научно-технологическое и кадровое обеспечение развития и расширение присутствия региона на мировых рынках за счет реализации продуктов нового качества с параметрами экологичности. Центр создан на основе интеграции ведущих государственных вузов региона и научных организаций и их кооперации с организациями, действующими в реальном секторе экономики страны, среди которых Ассоциация «Некоммерческое партнерство «Камский инновационный территориально-производственный кластер», АО «Особая экономическая зона промышленно-производственного типа «Алабуга», АО «Татхимфармпрепараты», АО «Татэнерго», АО «Сетевая компания», АО «Татнефтехиминвест-холдинг» и другие.

На базе Академии наук Республики Татарстан в 2021 году был создан Центр циркулярной экономики, сотрудники которого занимаются созданием и коммерциализацией инновационных разработок, соответствующих отечественным и мировым стандартам качества и безопасности.

В республике функционируют два полигона промышленных отходов:

- полигон ПАО «Нижекамскнефтехим» объемом 535,9 тыс. м³ отходов;
- полигон ПАО «Нижекамскшина» объемом 683,2 тыс. м³ отходов.

Они принимают отходы производства соответственно с 1981 года и 1996 года, т.е. еще в рамках линейной экономики. Деятельность этих полигонов вписывается в методы идущей уже 4 года мусорной реформы и уже сама по себе свидетельствует, что мы далеки от концепции циркулярной экономики, даже в передовом регионе.

Анализ статистических данных [183] и ежегодных отчетов Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации [182] показывает, что в регионах продвижение к циркулярной экономике, в частности борьба с отходами

и мусорными свалками, не прогрессирует. На территориях необходимо поддерживать возникновение и развитие точек роста направлений структур и инструментов экономики замкнутого цикла:

- формирование кластеров для централизации отходов от производственной деятельности с последующим их использованием в качестве вторичного сырья;

- создание логических цепочек внутри предприятий региона для решения конкретных задач рационального расходования ресурсов, в том числе совместного использования изделий, проката и лизинга сложной техники;

- содействие в создании и функционировании мощностей по ремонту сложной бытовой техники, автотранспорта, а также для централизованного ремонта электродвигателей, насосов, компрессоров;

- мониторинг процессов циркулярной экономики с помощью региональных вычислительных мощностей;

- постоянное повышение квалификации кадров, работающих в структурах циркулярной экономики;

- широкая пропаганда идей бережливости, рационального потребления среди населения и учащихся учебных заведений всех уровней.

Проблемы отраслевого разреза экономики замкнутого цикла во многом совпадают с федеральными, но имеют и свои особенности и предусматривают в первую очередь:

- разработку научно-исследовательских проектов, связанных с циркулярной экономикой, глубокой переработкой сырья, восстановление и продление их жизненного цикла;

- внедрение в производство наилучших доступных технологий (НДТ), снижение ресурсоемкости конечного продукта;

- поддержка в области субсидирования компаний, переходящих на модель циркулярной экономики;

- совершенствование бизнес-процессов и бизнес-моделей с учетом их отраслевой принадлежности и зарубежного опыта.

Автор рассмотрел возможности перехода ряда секторов экономики к

инновационным бизнес-моделям циркулярной экономики с учетом зарубежного опыта (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Возможности применения бизнес-моделей циркулярной экономики зарубежных стран в российской экономике [155]

Бизнес-модель	Сектор экономики	Пояснение
Циркулярные поставщики	Сельское хозяйство	Возможно использование перерабатываемых или биоразлагаемых материалов. Необходимо заключать договоры с поставщиками экосырья и материалов, которым можно было бы вернуть продукцию или отходы на переработку (например, возврат устаревшей техники, картриджей).
Переработка ресурсов	Сельское хозяйство	Использование компостирования и анаэробного сбраживания для получения удобрений и энергии, переработка ТКО и продукции, непригодной для восстановления и повторного использования. Необходимо развитие инфраструктуры сбора и сортировки отходов с созданием соответствующих производственных мощностей.
Платформы для обмена	Продовольственная продукция, одежда, обувь, книги	Позволит продлить жизненный цикл продукции и ее использование, приведет к сокращению объемов производства ряда продуктов и материалов и объемов отходов.
Продление жизненного цикла продукта	Автомобильная промышленность, производство крупной бытовой техники, авиационно-космическая промышленность	Продукция производится на территории РФ, и имеются потенциальные мощности для ее восстановления на базе первичного производства. Необходимы внутреннее инвестирование в новые технологии, прямые иностранные инвестиции и импорт технологий, взаимодействие производственных площадок и научных центров в РФ.

Продукт услуга	как Лизинг крупнотоннажных и малотоннажных машин, сельскохозяйственной техники	Вместо покупки дорогостоящего продукта потребителю выгоднее приобрести пакет услуг. У производителя появляется возможность и насытить рынок своей продукцией, и получить прибыль за счет послепродажного обслуживания и обслуживания во время использования продукции. В итоге на производителя распространяется ответственность за утилизацию продукции в конце ее жизненного цикла, что приводит к формированию замкнутой цепочки поставок.
-------------------	--	---

Текущая экономическая ситуация в Российской Федерации, санкционное давление и определенное технологическое отставание в области ресурсосбережения обуславливают критическую необходимость формирования новых экономических и управленческих механизмов трансформации экономики в целях повышения эффективности использования ресурсов. Экономика замкнутого цикла является наиболее оптимальной управленческой концепцией, позволяющей на системной основе обеспечить формирование адекватных экономических и управленческих подходов, направленных на создание обратных циклов продуктов, материалов и иных ресурсов.

1.2. Системные основы и характеристики экономики замкнутого цикла

Определим, какое место в общей категории «экономика» занимает экономика замкнутого цикла, или циркулярная экономика. Несмотря на некоторые отличия, в дальнейшем будем их употреблять как идентичные понятия.

В научной литературе к категории «экономика» прибавляются как прилагательные слова «экономическая», «цифровая», «качества» и другие, характеризующие применение общих экономических закономерностей к отрасли или сферам деятельности. В нашем случае экономика замкнутого цикла

рассматривается в рамках макроэкономической теории как часть общей экономической теории. Она может использовать закономерности мезоэкономики и ее составную часть региональной экономики.

Научные знания являются тем фундаментом, на котором строятся стратегии, политика, платформа, обеспечивающие максимальное использование ресурсов и создание замкнутых циклов, где материалы применяются повторно, а отходы становятся основными материалами для нового производства.

В научной литературе до сих пор отсутствует системный и всеобъемлющий анализ фундаментальных основ экономики замкнутого цикла, публикации являются скорее набором фрагментарных идей и моделей, порожденных практикой, нежели строгой, логически обоснованной теорией. Анализ не выявил стремления исследователей представить экономику замкнутого цикла как систему знаний. В диссертации автор предпринял попытку восполнить этот пробел и представить основные научные категории, определяющие ее как ветвь экономической науки, сферу научных исследований.

Одной из причин такой неразвитости методологии экономики замкнутого цикла является ее глубокая междисциплинарность: в единую концепцию в данном случае необходимо связать теорию и методологию не только нескольких направлений экономической науки, но также концепции и методы социальных, биологических наук, инженерной экологии, дизайна производственных систем.

Автор условно разграничивает понятие экономики замкнутого цикла как научной дисциплины от понятия циркулярной дисциплины как предметной деятельности.

Как научное направление (блок А, рисунок 1.1) она направлена на получение новых знаний, использует закономерности наук, предмет которых шире, чем предмет циркулярной экономики, трансформирует их для обоснования принципиальных преобразований линейной экономики.

Как практическая деятельность она взаимодействует с конкретными науками (блок Б, рисунок 1.1) и также дает предложения по их развитию под цели циркулярной экономики.

Понятийный аппарат этих двух сторон экономики замкнутого цикла может как совпадать, так и отличаться.

На основе модели научных знаний определим состав экономической триады: «методологические, эмпирические и системные» знания об экономике замкнутого цикла.

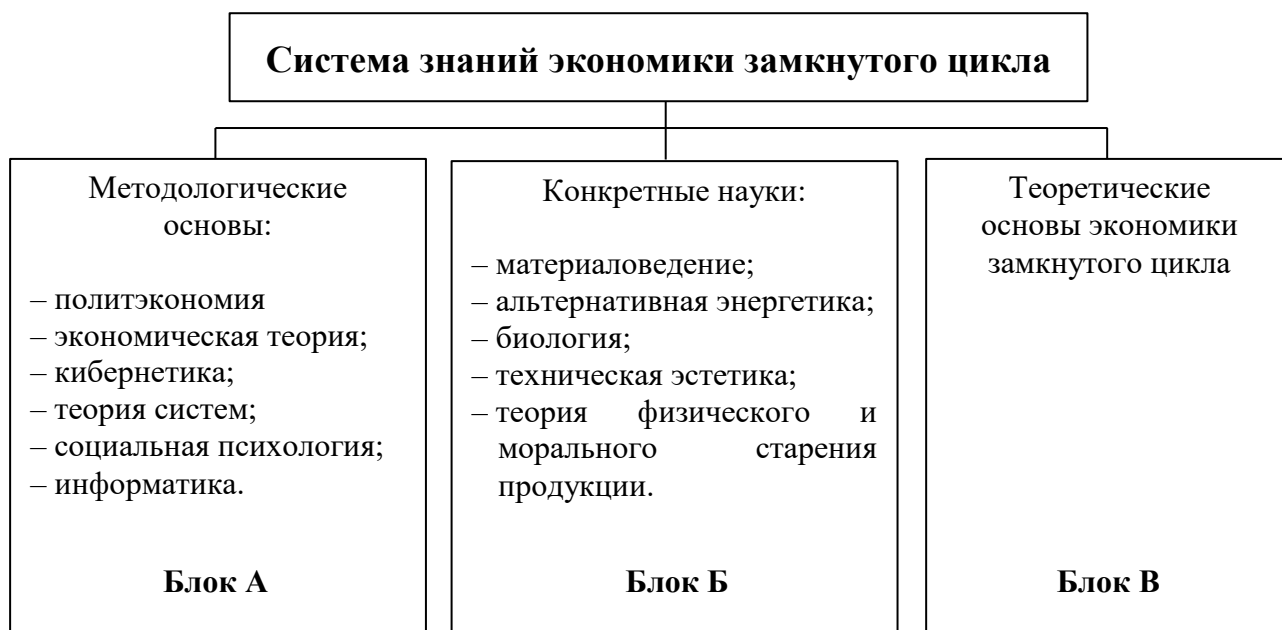


Рисунок 1.1 – Система знаний об экономике замкнутого цикла [139; 144]

Методологическая часть включает в себя политическую экономию, экономическую теорию, кибернетику, информатику, социальную психологию.

Эмпирическая часть составляет знания в области технической эстетики, теории физического и морального старения продукции, исследований в области материаловедения, альтернативной энергетике, биологических процессов.

Системная часть (блок В, рисунок 1.1) – теоретические основы и методологические принципы управления бизнес-процессами в экономике замкнутого цикла.

Эта часть представляет наибольший интерес, так как на ее основе строятся практические тренды развития экономики замкнутого цикла. Она является также теоретической основой диссертации.

Как предметная деятельность циркулярная экономика определена Европейской экономической комиссией ООН как «экономика», в которой:

– ценность материалов раскрывается в экономике в максимальной степени и сохраняется как можно дольше;

– использование материалов в производстве и их потребление сводятся к минимуму;

– на протяжении всего жизненного цикла материалов предотвращается образование отходов и снижается негативное воздействие на окружающую среду» [162].

С системных позиций рассмотрим также стандартизацию как научную дисциплину и как предметную деятельность. Это необходимо для того, чтобы показать причинно-следственные связи между теоретическими, методологическими и методическими составляющими стандартизации применительно к ее использованию для обеспечения и развития экономики замкнутого цикла (рисунок 1.2).

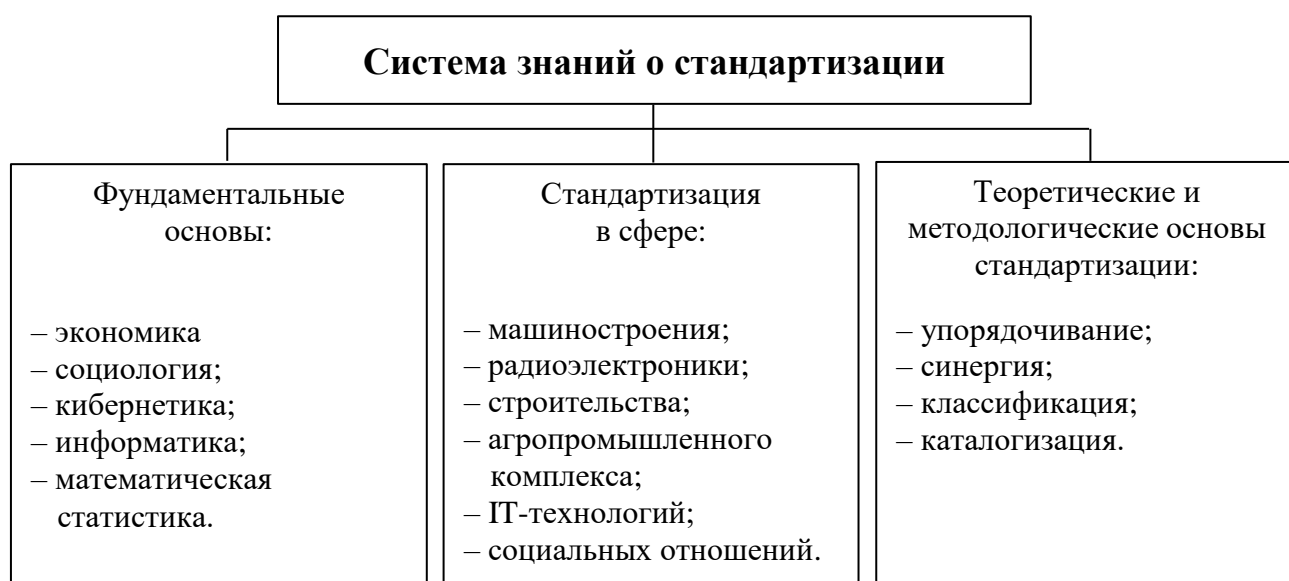


Рисунок 1.2 – Система знаний о стандартизации
(разработан автором)

Фундаментальные основы стандартизации составляют экономическая теория, социология, кибернетика, математическая статистика. В отличие от системы знания о циркулярной экономике теоретические и методологические основы стандартизации разрабатывались в течение многих десятилетий – начиная с глубоких исследований А. К. Гастева до современных стандартизаторов.

Что касается стандартизации в сфере экономических отношений, то стандартизационное моделирование охватывает своим влиянием инновационные сферы экономической и социальной деятельности (техническое регулирование, экология, бережливое производство, импортозамещение и т.д.). На очереди стоит необходимость обеспечить использование всех преимуществ стандартизации для становления и развития экономики замкнутого цикла. Для этого требуется разработка методологии стандартизации по всем этапам и циклам экономики замкнутого цикла и практических инструментов комплексной теории стандартизации.

Возвращаясь к теоретическим основам экономики замкнутого цикла, следует рассмотреть конкретные теории и концепции, ставшие ее базисом. Например, в контексте экологической экономики были разработаны и продолжают разрабатываться два базовых принципа, которые легли в основу формирования концепции: промышленная экология и оценка, продление жизненного цикла.

Промышленная экология, на основании аналогии между материальными и энергетическими потоками в природных экосистемах, утверждает, что для достижения устойчивого развития необходимы замкнутые экономические системы [225]. Такие системы путем обмена побочными продуктами и отходами производства создают замкнутый материальный цикл и за счет этого повышают эффективность использования ресурсов. Таким образом, осуществляется переход от линейной экономики к экономике замкнутого цикла [225].

Отечественные исследователи также уделяют достаточно пристальное внимание проблемам и подходам к реализации концепции «промышленная экология». Так, Е. Ю. Дорохина и К. Ю. Огольцов [159; 160] анализируют само понятие «промышленная экология» и ее взаимосвязь с устойчивым развитием в качестве одной из моделей его достижения. Отдельный интерес представляет исследование данных автором, посвященное анализу связи материальных и энергетических потоков (промышленный метаболизм) с природным метаболизмом. Это исследование может рассматриваться как один из этапов

генезиса принципов экономики замкнутого цикла, касающихся необходимости управления двумя независимыми циклами: технологическим и биологическим.

Другая группа отечественных исследователей рассматривает преемственность экономики замкнутого цикла и «зеленой» экономики. Так, в работах Бобылева С. Н., Захарова В. М. и Анисимова С. П. [148; 149; 1], посвященных процессам обеспечения устойчивого развития на основе «зеленой» экономики, анализируются проблемы устойчивости мировой экономики: эволюция управленческих концепций; формирование связи благосостояния общества и устойчивого экономического развития; необходимость и направления трансформации энергетического сектора. В вопросах зеленого перехода в России отдельный акцент делается на задачи энергоэффективности, управления отходами, инвестирования в «зеленую» экономику и оценки готовности бизнеса и общества к изменению привычек производства и потребления.

Концепция оценки и продления жизненного цикла продукции стала актуальной в условиях роста экологической ответственности населения и повышения затрат на утилизацию отходов. Одной из причин, приводящих к такому повышенному вниманию, является дополнительная выгода, которая проявилась в сокращении отходов, в снижении затрат на производство новых продуктов [216], а также повышенной маржинальной прибыли от реализации запчастей и ремонта вышедшей из строя продукции. Первыми учеными, которые провели дальнейшие исследования по этой теме, были Р. Лунд и Д. Скилс [229]. Идея, лежащая в основе этой концепции, проста: продлить срок службы изделия путем его ремонта или переделки [216]. Однако для ее реализации необходимо кардинально пересматривать подходы к жизненному циклу продукции и трансформировать его, начиная с самого раннего этапа – разработки концепта продукта. Например, на этапе проектирования это необходимо для обеспечения высокого уровня ремонтпригодности и восстановления [229].

Несколько ограниченный взгляд на формирование новой экономической парадигмы присутствует у ряда отечественных исследователей, изучающих проблемы рециклинга в России. Каменик Л. Л. [167; 168], Королева Л. П. [171] и

Трунин Г. А. [209] акцентируют внимание на изучении и формировании стратегий управления отходами как основы формирования замкнутых ресурсных и экономических циклов. Выдвинута гипотеза постепенной трансформации сферы обращения с отходами к условиям нового технологического уклада.

Переход к экономике замкнутого цикла от безотходной или малоотходной экономики был проанализирован Бобылевым С. Н. и Соловьевой С. В. В работе «Циркулярная экономика и ее индикаторы для России» [147] авторы предложили рассчитывать индикаторы ресурсоемкости и материалоемкости различных отраслей и их веса в валовом продукте с учетом их влияния на генерацию отходов и провели сравнительный анализ с соответствующими показателями других стран.

С точки зрения описания стратегий перехода к циркулярной экономике в подходах зарубежных ученых и специалистов в настоящее время существует определенное различие. Так, Уолтер Шталь [236] предлагает сконцентрировать внимание реформаторов на двух этапах жизненного цикла продукции: этап эксплуатации и этап утилизации, так называемые эры R и D (таб.1.2).

Таблица 1.2. – Этапы жизненного цикла по Уолтеру Шталю [236]

THE ERA OF 'R'	THE ERA OF 'D'
<i>Техно-коммерческие стратегии сохранения в продукции и ее компонентах высокого уровня ценности в процессе эксплуатации</i>	<i>Технологии и деятельность по восстановлению ресурсов на этапе утилизации продукции до высочайшего уровня качества (по чистоте и ценности), таком же, как у первозданных.</i>
Reuse (повторное использование)	De-polymerise (деполимеризация)
Repair (ремонт)	De-alloy (выделение из сплава первоначальных материалов)
Remarket (перепродажа)	De-laminate (расслоение)
Remanufacture (переработка)	De-vulcanise (девулканизация)
Re-refine (повторная очистка)	De-coat materials (снятие покрытий)
Reprogramme goods (перепрограммирование)	De-construct high-rise buildings and major infrastructure (демонтаж высотных строений и объектов инфраструктуры)

Как можно заметить из представленной таблицы, несмотря на достаточно жесткую привязку указанных стратегий и технологий к заключительным этапам жизненного цикла продукции, их реализация невозможна без изменений на

других этапах, по крайней мере, на этапе проектирования.

Другим вариантом представления функционально-структурной декомпозиции экономики замкнутого цикла является **R-концепция**, обобщенная Европейской экономической комиссией ООН на основании исследований, проведенных учеными Университета Утрехта (Нидерланды) в 2017 году [231].

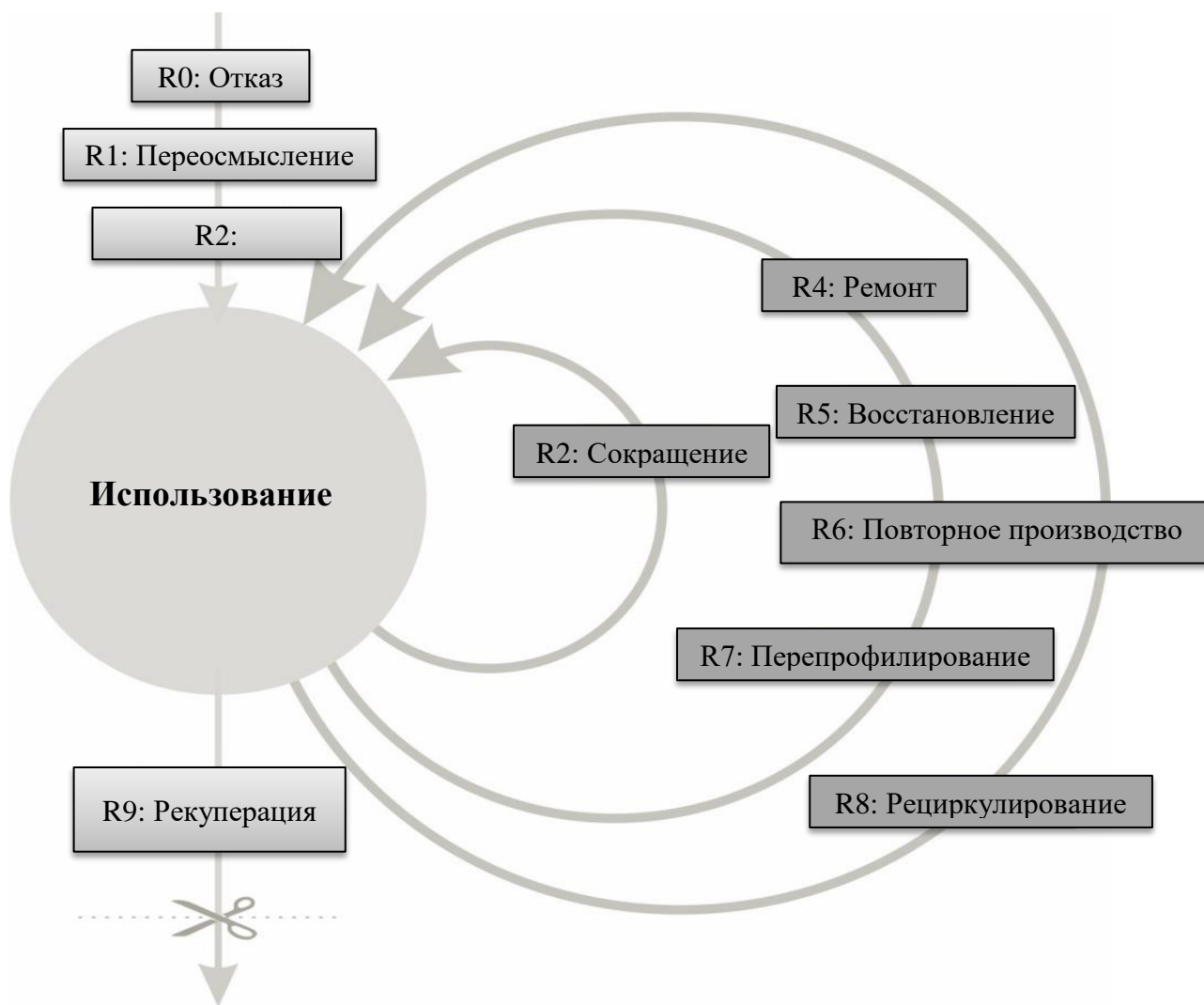


Рисунок 1.3 – Стратегии функционально-структурной декомпозиции жизненного цикла продукции [231]

Данный подход, взятый в качестве эталона в отчете ЕЭК ООН, содержит 10 стратегий от наиболее до наименее замкнутой, так называемая система 9R (рисунок 1.3).

Все представленные на рисунке стратегии классифицированы автором по трем этапам жизненного цикла продукции: проектно-производственный этап,

эксплуатационный этап и утилизационный этап. Распределение стратегий по данным этапам представлено на рисунке 1.4.



Рисунок 1.4. – Стратегии жизненного цикла продукции

(разработан автором)

В отечественной литературе работы, посвященные анализу стратегий перехода к экономике замкнутого цикла, в основном содержат результаты оценки

существующих зарубежных подходов и варианты их адаптации к российской действительности. Так, Л. Е. Задорожная и С. В. Ратнер [164], помимо описания существующих моделей трансформации экономики, проанализировали сильные и слабые стороны британского стандарта BS 8001:2017 «Руководство по внедрению в организации принципов циркулярной экономики», определили основные барьеры и драйверы развития циркулярной экономики. Довольно ограниченное видение содержания экономики замкнутых циклов представлено в работе Е. Ю. Дорохиной и С. Г. Харченко «Экономика замкнутых циклов: проблемы и пути развития» [161] в виде трех компонентов: кругооборот материалов, продление цикла использования ресурсов, эффективное использование возобновляемой энергии. Важность государственной поддержки процессов создания и внедрения инновационных технологий и продуктов для реализации перехода к циркулярной экономике отмечена в работе Е. В. Чеканова [211], и предложен перечень необходимых мер для планомерного перехода к модели экономики замкнутого цикла.

Более глубокая проработка вопросов перехода к экономике замкнутого цикла присутствует в работах Н. В. Пахомовой, П. К. Рихтер и М. А. Ветровой [186; 202]. Данные исследователи акцентируют внимание на тесной взаимосвязи процесса перехода к экономике замкнутых циклов с ресурсосбережением и экологизацией производств. Помимо описания ключевых элементов замкнутого жизненного цикла продукта и принципов циркулярного производства и бизнес-модели компаний, ориентированных на переход от линейной формы организации бизнеса к циркулярной, авторы предложили некоторые правила принятия решений относительно операций восстановления, утилизации отслужившей продукции с целью снижения издержек, повышения ресурсо- и энергоэффективности, сокращения отходов.

Анализ современного состояния применимости и реализуемости R-стратегий в Российской Федерации и перспективы их применения был проведен М. А. Гурьевой в работе «Теоретические основы концепта циркулярной экономики» [154]. Были проанализированы существующие определения

циркулярной экономики и предложено уточненное понятие, как «универсальный способ для формирования зеленого роста в развитии стран, позволяющий преодолеть глобальные экологические проблемы и, в итоге, добиться устойчивого состояния планеты, сохранив жизнь на Земле». В продолжение исследования теоретико-методических основ циркулярной экономики данным автором было проведено изучение аспектов оценки развития экономики замкнутого цикла, представлены различные инструменты оценки развития циркулярной экономики в социально-экономическом пространстве; сформулированы основные их различия и представлены результаты сравнительного анализа.

Тесную взаимосвязь моделей экономики замкнутого цикла с цифровыми инновациями проанализировали Н. А. Симченко и С. Ю. Цёхла [205], а также обосновали разработку фундаментальных принципов и концептуальных основ теории циркулярных экономических систем, реализуемых на основе развития моделей технологического предпринимательства и изучения институциональных сдвигов в устойчивом развитии цифровой среды.

Как видно из приведенного анализа, отечественные исследования носят вторичный по отношению к зарубежным работам характер. Основная их ценность заключается в разработке процессов адаптации существующих подходов трансформации экономики к специфике российской действительности. К сожалению, комплексного подхода к построению экономики замкнутого цикла до настоящего времени предложено не было.

Современные технологии являются основным инструментом, обладающим большим потенциалом для обеспечения перехода к экономике замкнутого цикла, поскольку только благодаря самым инновационным достижениям возможно коренным способом заменить существующие процессы на более экологически чистые. Именно они могут обеспечить изменение существующего уклада, поскольку представляют собой инструменты, которые способны создавать экономическую ценность и при этом снижать существующие затраты [175].

Новые технологии могут оказать решающее значение для создания замкнутых производственных циклов. Необходимо отметить, что даже с учетом

существующих экологических проблем экономические агенты до сих пор полностью и повсеместно не отказались от использования продуктов топливно-энергетического комплекса. И именно в данном случае передовые технологии могут сыграть ключевую роль.

Существующие технологии можно разделить на три больших блока, которые представлены на рисунке 1.5.



Рисунок 1.5 – Технологии для внедрения экономики замкнутого цикла
(разработан автором)

Механизмы реализации вышеуказанных стратегий экономики замкнутого цикла применяются на различных уровнях управления: на макро- и мезоуровнях правительствами и региональными органами управления, на микроуровне – отдельными организациями или производственными кластерами. Такими механизмами, по мнению А. Макарти, Р. Делинка и Р. Бибаса и представленными в отчете Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), являются механизмы трансформации линейной экономики при переходе к циркулярной экономике (рисунок 1.6).

Замыкание потоков ресурсов	<ul style="list-style-type: none"> – Расширение повторного использования ремонта, восстановления – Расширение рециркулирования и использование вторичного сырья (замещение материалов) 	<ul style="list-style-type: none"> – Сокращение спроса на новые товары и материалы – Новые технологии, инвестиции в НИОКР
Замедление потоков ресурсов	<ul style="list-style-type: none"> – Улучшение дизайна товаров – Расширение использования долговечных изделий (замещение товаров) – Расширение повторного использования и ремонта товаров 	<ul style="list-style-type: none"> – Расширение сфер деятельности: повторное использование, ремонт, восстановление и т.д.
Сужение потоков ресурсов	<ul style="list-style-type: none"> – Повышение продуктивности / эффективности материалов – Улучшение использования природных ресурсов – Улучшение повышения потребителей: функциональность и обслуживание вместо собственности 	<ul style="list-style-type: none"> – Расширение экономики совместного пользования и экономики услуг

Рисунок 1.6 – Деятельность, являющаяся механизмами перехода к экономике замкнутого цикла [230]

Обобщая представленные выше подходы к функциональной структуре экономики замкнутого цикла, можно выделить два основных целевых направления трансформации за счет предлагаемых стратегий 9R и механизмов ОЭСР: продуктивное направление и экологическое направление. Компонентами продуктивного целевого направления являются стратегии продления жизненного цикла продукции и повышение эффективности использования продукта. Компонентами экологического направления будут продление жизненного цикла материалов и ресурсов, а также экологизация производственных процессов.

Таблица 1.3 – Направления трансформации структуры экономики замкнутого цикла

Компоненты ЭЗЦ	Стратегии 9R	Механизмы ОЭСР
Продление жизненного цикла продукции	R3 Повторное использование	Замыкание потоков ресурсов
	R4 Ремонт	
	R5 Восстановление	
	R6 Повторное производство	Замедление потоков ресурсов
	R7 Перепрофилирование	
Повышение эффективности использования продукта	R0 Отказ	Сужение потоков ресурсов
	R1 Переосмысление	Замедление потоков ресурсов
Продление жизненного цикла материалов	R8 Рециркулирование	Замыкание потоков ресурсов
	R9 Рекуперация	Сужение потоков ресурсов
Экологизация производственных процессов	R2 Сокращение	Сужение потоков ресурсов

Таблица разработана автором

Кроме того, целесообразно к каждому из компонентов сформулировать инструменты реализации стратегий экономики замкнутого цикла, которые в дальнейшем станут направлениями стандартизации перехода от линейной экономики к замкнутой. Такими инструментами по результатам исследования У. Шталя, Х. Поттинг [231; 236] являются инновации различных направлений. Исследователи университета Утрехта (Нидерланды) предложили классификацию стратегий перехода к экономике замкнутого цикла на основании разных видов инноваций [231]:

1. Переходные процессы в области ЭЗЦ, при которых появление конкретной, радикально новой технологии занимает центральное место и формирует переход (радикальные инновации в основных технологиях). Необходимы социально-институциональные изменения, чтобы дать новой технологии место в обществе.

2. Переходные процессы к ЭЗЦ, в которых центральное место занимают социально-институциональные изменения и где технологические инновации

играют второстепенную роль (постепенные инновации в основных технологиях).

3. Переходные процессы к ЭЗЦ, в которых центральное место занимают социально-институциональные изменения, но которым способствуют соответствующие технологии.

Помимо инноваций различного типа, инструментами перехода к экономике замкнутого цикла являются инструменты ресурсосбережения, такие как повышение энергоэффективности, снижение материалоемкости, повышение производительности труда, снижение водопотребления и т.д., а также инструменты экологического менеджмента, как разработка и внедрение экологически чистых технологий.

Согласно исследованиям У. Шталя, если линейная экономика в качестве драйвера развития предполагает глобализацию, то циркулярная экономика, основываясь на создании обратных циклов и того, что чем короче циклы, тем они прибыльнее, требует формирования региональных кластеров [236]. Однако в отличие от традиционных промышленных кластеров, построенных на основе схожести производственных процессов и преемственности использования продуктов (например, нефтехимические, автомобилестроительные и иные кластеры), кластеры в циркулярной экономике должны формироваться в целях реализации процессов рециклинга, восстановления и повторного использования продукта, а также создания связей в рамках бизнес-модели «продукт как услуга».

Несколько иной – процессный подход – предлагает ряд зарубежных специалистов, когда выделяют области для преобразований. В частности, М. Тонелли и Т. Кристони [235] определяют шесть областей «вмешательства»: инновационный дизайн продукта, обратные циклы, экологизация внутренних операций, взаимодействие с поставщиками, внутреннее выравнивание, внешнее сотрудничество. Преобразования необходимо осуществлять во всех этих областях, в том числе используя классические бизнес-модели. Такой подход позволяет системно подойти к процессу трансформации организаций и обеспечить постоянное совершенствование бизнес-процессов компании с учетом принципов циркулярной экономики.

Формирование новых управленческих подходов, применимых в экономике замкнутого цикла, вызывает ряд вопросов, главным из которых является выбор подхода к ее построению. Традиционно выделяют два варианта: процессный подход и проектный подход. Если первый вариант предполагает выработку и внедрение новых принципов принятия управленческих решений, то второй направлен на создание и реализацию отдельных проектов, объединенных единой целью. Ущербность проектного подхода к трансформации систем управления хорошо заметна по результативности внедрения концепции Бережливого производства, когда предприятия разрабатывали проекты оптимизации производственных процессов и после завершения проекта, зачастую, показатели результативности возвращались к прежним значениям. Успеха достигали те компании, которые относились к реализации концепции Бережливого производства как к непрерывному процессу совершенствования и трансформировали свои системы управления в соответствии с принципами данной концепции.

По мнению авторов, при реализации процесса трансформации необходимо определить методы преобразования управленческих подходов. Такими методами могут быть: преобразование существующих подходов, создание новых подходов или интеграция новых и существующих подходов. Представляется, что последний вариант является более предпочтительным, так как позволяет сохранить накопленный опыт и учесть современные требования.

Обеспечение преемственности результатов реализации отдельных государственных программ и проектов, а также постоянное улучшение процессов, сформированных в рамках таких программ и проектов, невозможно без создания и совершенствования региональных стандартов, закрепляющих эти результаты и процессы. Поэтому наиболее актуальной задачей органов территориального управления, по нашему мнению, является закрепление в рамках региональных стандартов подходов и методик формирования и развития отраслевых и межотраслевых кластеров, нацеленных на реализацию концепции «Экономика замкнутого цикла».

Экономика замкнутого цикла, как научная дисциплина и как предметная деятельность, должна иметь необходимые атрибуты: предмет, цели и задачи, принципы и методы. По мнению ЕЭК ООН, в ней пока не существует ни общего определения, ни устоявшейся терминологии, хотя они являются составной частью любой научной дисциплины.

Дадим наше видение каждому из этих понятий.

Для характеристики предмета экономики замкнутого цикла воспользуемся формулировками, приведенными в трудах западных специалистов (таблица 1.4) и отечественными учеными (таблица 1.5).

Анализ предлагаемых определений показывает, что эти формулировки содержат в своей основе целевые параметры трансформации экономических отношений и не содержат концептуальных положений относительно состояния экономики после перехода от линейной экономики.

Таблица 1.4 – Определения циркулярной экономики (позиция западных специалистов)

Kirchherr J., Reike D., Hekkert M. [227]	Циклическая экономика описывает экономическую систему, основанную на бизнес-моделях, которые заменяют концепцию «конца жизни» сокращением, повторным использованием, рециркуляцией материалов в процессах производства или распределения и потребления. Функционирует на микроуровне (продукция, компании, потребители), мезоуровне (экопромышленные парки) и макроуровне (город, регион, нация, международный уровень), с целью достижения устойчивого развития, которое подразумевает создание качественной окружающей среды, экономического процветания и социальной справедливости, на благо нынешнего и будущих поколений.
Sauve S., Bernard S., Sloan P. [232]	Циркулярная экономика – модель производства и потребления товаров посредством замкнутых циклов материальных потоков, предполагающая интернализацию внешних экологических факторов, связанных с добычей первичных ресурсов и образованием отходов (включая загрязнение окружающей среды).

<p>Korhonen J., Nuur S., Feldmann A., Eshetu Birkie S. [228]</p>	<p>Циклическая экономика – это инициатива устойчивого развития, направленная на снижение линейности общественных систем производства и потребления. Применение циклов материалов, возобновляемых и каскадных потоков энергии к линейной системе. Циркулярная экономика способствует развитию высокоценных материальных циклов наряду с более традиционной переработкой и развивает системные подходы к сотрудничеству производителей, потребителей и других общественных субъектов в области устойчивого развития.</p>
<p>Walter R. Stahel [236]</p>	<p>Экономика замкнутого цикла – наиболее устойчивая бизнес-модель постпроизводства. Она использует природные, человеческие, культурные и промышленные ресурсы для улучшения экологических, социальных и экономических факторов, составляющих устойчивость.</p>
<p>Фонд Эллен Макартур [184]</p>	<p>В своем определении экономики замкнутого цикла Фонд Эллен Макартур проводит различие между двумя типами товаров: расходными материалами и товарами длительного пользования. Это означает, что продукты либо разрабатываются таким образом, чтобы в конце своего жизненного цикла они возвращались в технический (товары длительного пользования), либо в биологический цикл (расходные материалы). Технический цикл означает, что материал может быть переработан без потери качества. Биологический цикл означает, что материал полностью поддается биологическому разложению и может быть использован в качестве удобрения для выращивания новых ресурсов.</p>
<p>Программа действий по отходам и ресурсам (WRAP) (Великобритания) [179]</p>	<p>Циркулярная экономика нацелена на то, чтобы «использовать ресурсы как можно дольше, извлекать из них максимальную пользу во время использования, затем извлекать и регенерировать изделия и материалы в конце каждого срока службы».</p>

Таблица разработана автором

Таблица 1.5 – Определения циркулярной экономики (позиция отечественных специалистов)

Шкарупета Е. В., Гилёк С. А., Польщиков Т. И. [213]	Циркулярная экономика – концептуальная системная модель перехода к повторному использованию и потреблению материальных продуктов и энергетических ресурсов с целью минимизации отходов и загрязнений, повышения устойчивости производственных процессов и решений, восстановления окружающей среды и создания дополнительной экономической, социальной и экологической ценности.
Александрова В. Д., Есипова О. В. [125]	Циркулярная экономика – экономическая деятельность, направленная на энергосбережение, регенеративное экологически чистое производство, обращение и потребление. Циркулярная модель является наиболее удачным способом сбережения ресурсов и материалов и постоянного экономического роста.
Сербулова Н. М., Городнянская А. С., Канурный С. В. [203]	«Циркулярная экономика – это восстановительная или регенеративная производственная система. Данный подход предусматривает замену концепции «окончание срока службы» ремонтом, обеспечивает смещение интересов в сторону использования возобновляемых источников энергии, полностью исключает использование токсичных химических веществ, которые мешают повторному использованию продукции, и ставит своей целью ликвидацию отходов посредством улучшения конструктивных характеристик материалов, изделий, систем и, как итог, всей бизнес-модели» [203].

Таблица разработана автором

В отечественной литературе преобладает ограниченное понимание сущности экономики замкнутого цикла. О. Е. Рязанова формулирует ее сущностную характеристику как реализацию принципа вторичной переработки в виде «замкнутой цепи, производство в которой восстанавливается». Несмотря на некоторую ограниченность вышеуказанного понимания, данный автор ключевыми особенностями экономики замкнутого цикла определяет три составляющие: усиленный контроль за запасами природных ресурсов и соблюдение баланса возобновляемых ресурсов; оптимизация процессов

потребления в целях обеспечения высокого уровня повторного использования; снижение негативного воздействия на окружающую среду за счет формирования экологической системы управления [186].

Экономика замкнутого цикла как объект научной дисциплины и предметной деятельности может быть представлена в трех ипостасях:

– рассматривается как инструмент повышения производительности ресурсов;

– как задача взаимодействия широкого круга заинтересованных лиц (субъектов) в целях обеспечения устойчивого развития;

– для научного сообщества циркулярная экономика – это экономическая система с «циклическими» ресурсными потоками и «замкнутыми» потоками энергии.



Рисунок 1.7 – Дерево целей циркулярной экономики
(разработан автором)

Целеполагание является важным этапом при изучении сложных систем, к которым можно отнести циркулярную экономику. Задачей теоретических исследований с учетом сложившейся практики и перспектив развития системы является построение многоуровневой модели целей – «дерева целей». Структурно оно должно состоять из главной (генеральной) цели, основных целей и задач по определению методов и средств реализации главной и основных целей теории циркулярной экономики (рисунок 1.7).

Остальные атрибуты (категории) экономики замкнутого цикла как науки и практической деятельности определим в рамках ее концепции, которую определим как систему связанных между собой и сложившихся в систему взглядов на ее роль и место в экономике страны.

Для проведения системного анализа концепции экономики замкнутого цикла необходимо осуществить декомпозицию рассматриваемой системы.

Важнейшие элементы такого анализа: выделение из среды, определение и формулирование ее общей цели и основной функции, воздействующие факторы, тенденции развития и неопределенности, модель «черного ящика», а также функциональная, компонентная и структурная декомпозиция (автором были определены самостоятельно).

Для того чтобы выделить концепцию экономики замкнутого цикла из полного спектра социально-экономических отношений, необходимо определить границы распространения ее влияния на данные отношения, т.е. область ее применения. В общих чертах границами системы в качестве параметра выделения ее из окружающей среды являются социально-экономические отношения государства, хозяйствующих субъектов, потребителей и общества в области создания и потребления товаров и услуг. Исходя из представленных определений и подходов к построению экономики замкнутого цикла, можно сделать вывод о ее тесной взаимосвязи с концепцией устойчивого развития, что позволяет определить границы распространения циркулярных подходов. Так, бизнес-модели и стратегии экономики замкнутого цикла затрагивают все этапы жизненного цикла продукции, вопросы ресурсосбережения, снижения негативного

воздействия на окружающую среду, социальные аспекты потребления и потребительского поведения. Кроме того, на уровнях межорганизационных отношений и регионального территориального управления экономика замкнутого цикла предполагает формирование так называемого «промышленного симбиоза» (объединение двух или более промышленных объектов или компаний, в котором отходы или побочные продукты одного становятся сырьем для другого, в рамках линейно-каскадного подхода). Таким образом, *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.

Следующим этапом декомпозиции является определение воздействующих на систему факторов. Такими факторами, влияющими на распространение и актуализацию экономики замкнутого цикла, являются политические и социальные факторы развития общества, связанные с повышением ответственности социума за сохранение качества окружающей среды и рост или, как минимум, сохранение текущего уровня качества жизни для будущих поколений. Данный вывод был сделан на основе рассмотрения тенденций появления новых управленческих подходов, связанных с экологизацией производственных отношений, ставших базисом экономики замкнутого цикла: восстановительная экономика и регенеративная экономика.

Основываясь на вышеуказанных заключениях, автор сформулировал определение экономики замкнутого цикла следующим образом:

Экономика замкнутого цикла – это комплекс социально-экономических и 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.

Для целей системного анализа, помимо вышеуказанных аспектов, также необходимы знание и понимание существующих неопределенностей

функционирования системы и тенденции ее развития. Такими неопределенностями являются: низкий уровень прогнозируемости роста эффективности «зеленой» энергетики, отсутствие технологий полноценного восстановления значительного количества ресурсов после их первичного использования, несовершенство технологий использования вторичного сырья при производстве качественной продукции, неоднозначность восприятия смены традиций потребления (переход от личной собственности к совместному потреблению). Тенденциями развития экономики замкнутого цикла видятся процессы институализации ее механизмов, формирование и стандартизация принципов, подходов и инструментов реализации, а также методов оценки результативности и контроля.

Для представления системы «экономика замкнутого цикла» в виде первичной модели целесообразно на начальном этапе описать ее в виде «черного ящика», определив входы и выходы модели, управляющие воздействия и коррекцию результатов (рисунок 1.8).

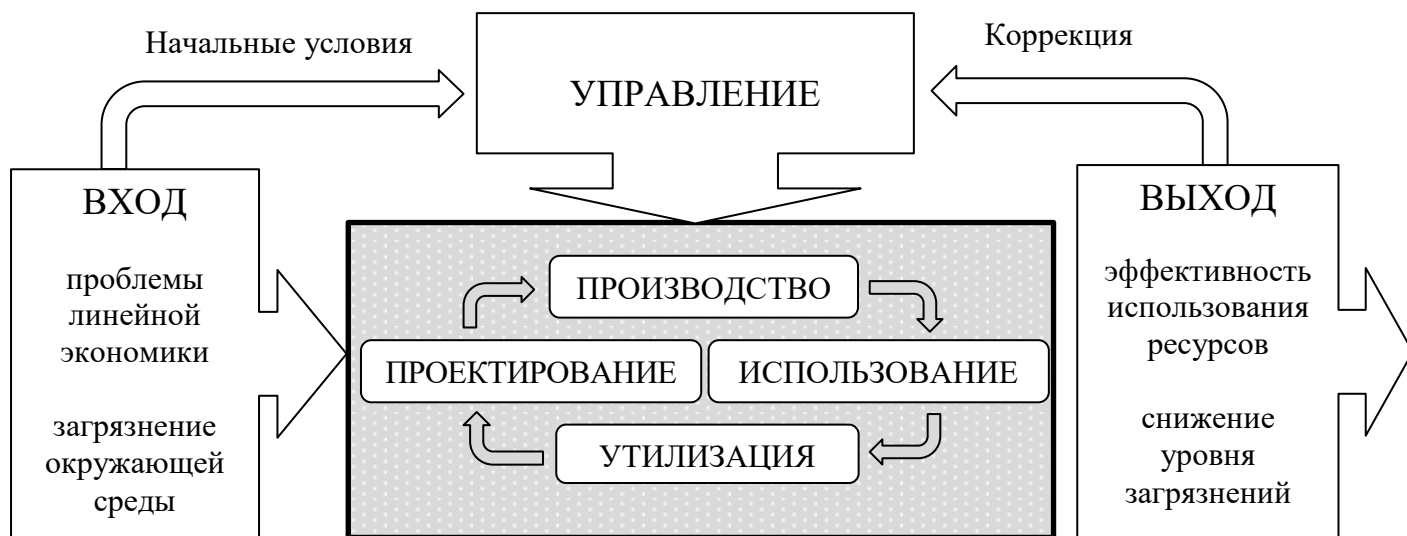


Рисунок 1.8 – Первичная модель системы «экономика замкнутого цикла»
(разработан автором)

Вход: сокращение ресурсов, увеличение отходов, снижение платежеспособности, экологическая ответственность, рост загрязнения окружающей среды.

Выход: повышение эффективности использования ресурсов, снижение уровня загрязнений, рост ценности и длительности использования продукта,

ответственное производство и ответственное потребление.

Обратная связь: Концептуальная основа объединяет 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. Она состоит из четырех компонентов, сосредоточенных на 1) жизненном цикле материалов и 2) функциях производства и потребления в экономике, и описывает 3) взаимодействие с окружающей средой (база природных активов и качество окружающей среды), 4) политические действия и вытекающие из них социально-экономические возможности. Таким образом, в ней воплощен весь спектр элементов, отраженных в принципах Белладжио [216].

Управляющее воздействие: государственное нормативное регулирование в области ресурсосбережения и охраны окружающей среды, экологическое образование, развитие технологий использования вторичного сырья и повышения эффективности использования ресурсов, развитие технологий экологического производства.

Проецируя представленную выше модель на микроуровень, автором сформулировано определение организации замкнутого цикла. *Организация замкнутого цикла (циркулярная организация) – это динамическая система, представляющая собой социальную группу, объединенную общими целями, достижение которых осуществляется на основе реализации принципов и подходов экономики замкнутого цикла.*

Структурная декомпозиция предполагает определение подсистем и отдельных элементов, для чего выделим элементы анализируемой системы: базис (структурная основа), принципы, содержание (стратегии), а также инструменты и механизмы реализации.

В качестве фундамента формирования концепции экономики замкнутого цикла Л. Фродерман, в отличие от нынешней линейной экономики, выделяет новые типы экономик. Это «экономика сотрудничества», «восстановительная экономика» и «экономика услуг», которые могут рассматриваться в качестве

составных элементов экономики замкнутого цикла (рисунок 1.9).

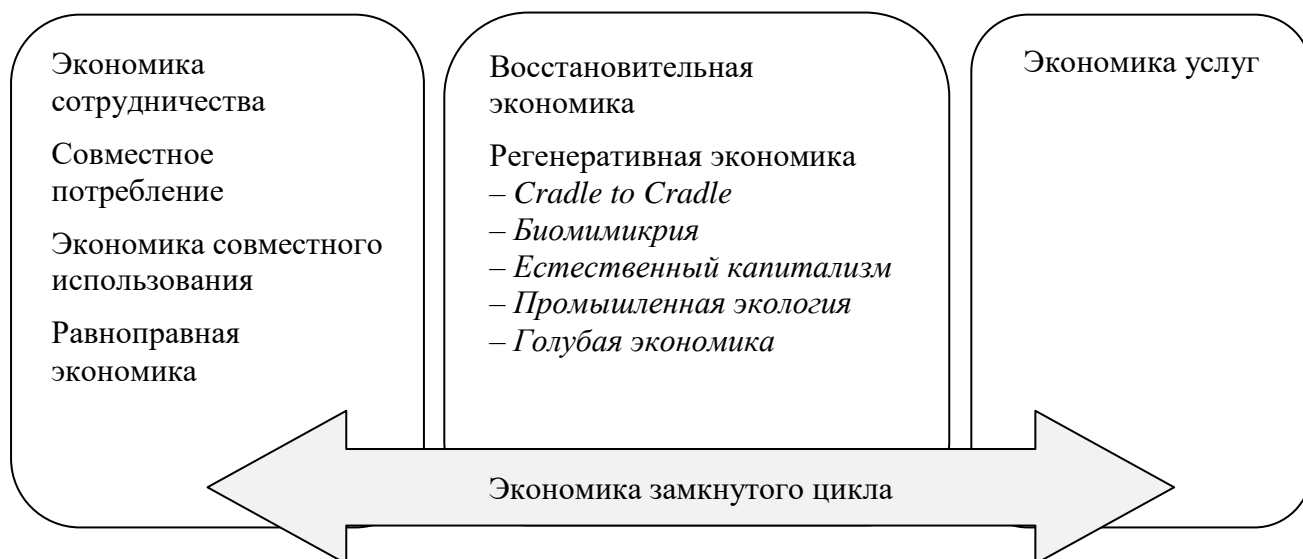


Рисунок 1.9 – Структурная декомпозиция концепции экономики замкнутого цикла [221]

Как видно из рисунка, экономика замкнутого цикла содержит аспекты всех трех альтернативных экономических моделей, упомянутых выше. Однако основной своей целью рассматривает фокусировку на формировании возвратных циклов ресурсов и минимизации нерационального их использования. По мнению Л. Фродерман [221], приведенные выше модели помогли уточнить и развить концепцию экономики замкнутого цикла.

При использовании элементов теории и принципов экономики замкнутого цикла используются следующие методы:

1. Круговые цепочки добавленной стоимости. Модель, в которой ограниченные ресурсы заменяются на полностью возобновляемые источники.

2. Увеличение жизненного цикла продукта. Модель, позволяющая посредством восстановления, ремонта, модернизации или ремаркетинга продукта сохранить экономическую выгоду как можно дольше.

3. Обмен и совместное потребление (sharing economy). Модель, которая строится на обмене товарами или активами, имеющими небольшой коэффициент использования.

Детальный анализ принципов и стратегий экономики замкнутого цикла, а также их сопоставление с инструментами и механизмами реализации будет

проведен в разделе 2.2.

В результате проведенного в этом параграфе анализа автор пришел к следующим выводам.

Экономика замкнутого цикла как научная дисциплина находится на начальном этапе формирования:

1. Не определены само понятие экономики замкнутого цикла, ее предмет и объект, закономерности функционирования и развития, что не позволяет научному сообществу, органам власти и бизнес-сообществу определить ее достойное место в экономике страны.

2. Не определены конкретные задания по смежным и стыковочным проблемам для смежных научных структур, в первую очередь теории экономических циклов, включая действия закона физического и морального старения, исследований в области энергетики и материаловедения, теории ресурсосберегающих технологий.

3. Отсутствует понимание необходимости создания специальной системы управления для организации замкнутого цикла.

4. Отсутствует четкая процедура кластеризации систем менеджмента, необходимая для дифференцированного подхода к созданию интегрированной системы управления, не определена роль региональных органов управления в этом процессе, не определены критерии выбора инструментов интеграции с учетом результатов кластеризации.

5. Не определена роль цифровых технологий, таких как интернет вещей, блокчейн, для отслеживания потока материалов и оптимизации процессов.

6. Отсутствует системный подход к вовлечению потребителей в систему циркулярной экономики, поддержку устойчивого потребительского поведения и выбора продуктов.

7. Преобладает ограниченное понимание отечественных исследователей положений ЭЗЦ как рециклинга.

8. Наличие в составе бизнес-моделей экономики замкнутого цикла научно необоснованных подходов, идущих в противоречии с традиционной моралью и

приводящих к ограничению прав человека. [133]

Для решения вышеперечисленных проблем необходима разработка системных подходов к реализации процессов трансформации экономики на основе принципов и механизмов циркулярности. В целях обеспечения системности и комплексности при решении данных проблем требуется сформировать единую и целостную систему стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла.

1.3. Отечественный и зарубежный опыт стандартизации в обеспечении экономики замкнутого цикла

Концепция экономики замкнутого цикла является многосоставной и включает в себя, как показано в предыдущем параграфе, различные направления деятельности в области экологического и инновационного менеджмента, ресурсосбережения и устойчивого развития сообществ. Такое разнообразие областей применения экономики замкнутого цикла определяет необходимость комплексного использования законодательных актов, стандартов и других нормативно-правовых актов, локальных документов. В законодательстве Российской Федерации действуют для реализации принципов ЭЗЦ:

– антимонопольное законодательство – в целях обеспечения развития кооперационных связей организаций в рамках единой цепочки создания ценностей;

– Гражданский кодекс – в целях регулирования обязательств имущественного характера в отношении отходов и продуктов с окончившимся сроком использования, страховые услуги;

– экологическое законодательство – с целью уменьшения платы за негативное воздействие на окружающую среду с точки зрения предоставления предприятиям возможности классифицировать определенные вторичные сырьевые материалы и усовершенствованное оборудование как полностью восстановленное.

Необходимость их совершенствования и создание новых федеральных законов будет показана далее. Как известно, наиболее эффективным инструментом

закрепления результатов преобразования и совершенствования процессов управления, а также распространения наилучшего опыта является стандартизация.

В первом приближении в качестве модели, которая позволит использовать возможности теории и практики стандартизации для обеспечения и развития экономики замкнутого цикла, можно выбрать модель, представленную на рисунке 1.3. Однако целесообразно ее доработать с учетом необходимости сохранения линейной составляющей экономики и дифференциации физических и информационных потоков, что будет рассмотрено в следующей главе.

На сегодняшний день стандартизация становится важнейшим инструментом любого современного государства, поскольку оказывает непосредственное влияние на социально-экономическое развитие и повышение безопасности в различных сферах деятельности. В Российской Федерации основу стандартизации составляет национальная система стандартизации, которая обеспечивает слаженную деятельность участников работ по стандартизации на основе принципов стандартизации и с применением документов в области стандартизации. Стоит отметить, что в «дорожной карте» развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года вошли стратегические цели, направленные на поддержку и развитие экономики, в том числе малого и среднего бизнеса и обеспечение роста производительности труда за счет применения инструментов стандартизации. Очевидно, что эти цели также направлены на развитие промышленности в стране, 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 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 циркулярной экономики.

Для того чтобы выяснить фактическую роль и проблемы стандартизации как инструмента инновационного развития в сфере циркулярной экономики, проведем анализ возможных сфер, где она применяется.

В зарубежной практике такие стандарты разрабатываются по нескольким направлениям: рамочные принципы циркулярной экономики; руководящие принципы по продвижению новых бизнес-моделей и цепочек добавленной стоимости; инструменты для измерения экономики показателей циркулярности, требования по экодизайну и переработке материалов (таблица 1.6).

Таблица 1.6 – Примеры требований и стандартов в области экономики замкнутого цикла [224]

Цикл	Стандарты	Примеры
Апстрим (проектирование продукта, дизайн)	Содержание материала; перерабатываемый материал; опасный материал	– Международная система данных по материалам (IMDS). – Директива ЕС по ограничениям на опасные материалы (RoHs). – CEN/CLC/JTC 10 – стандартизация методов оценки доли переработанного материала в энергетической продукции (ожидается одобрение). – UL – Программа проверки экологических претензий переработанного содержимого.
	Перерабатываемость	– CEN/CLC/JTC 10 – общие методы оценки возможности к восстановлению и переработке энергетических продуктов (EN 45555:2019).
	Способность к восстановлению	– Австралийский стандарт способности к восстановлению (ONR 192102:2014). – CEN/CLC/JTC 10 – общие методы оценки возможности энергетических продуктов к восстановлению, повторному использованию и переработке (EN 45555:2019). – Система оценки i-Fixit. – Маркировка Product 10Y Repairable Группы компаний SEB.
	Устойчивое производство	– Глобальный стандарт органической текстильной продукции (GOTS). – Система стандартов хлопка Better Cotton Initiative. – Индекс устойчивости материалов Хигга.

Даунстрим – (эксплуатация продукта, его утилизация)	Качество материала (отходов)	– Циркуляр Института перерабатывающих отраслей промышленности (ISRI).
	Качество материала (для вторсырья)	– План действий ЕС по развитию циклической экономики (2016).
	Качество продукции (для товаров, подлежащих восстановлению)	– BSI разработал PAS 141:2011 – Повторное использование электронного оборудования и отходов электронного оборудования. – ANSI – документ «Спецификации процесса восстановления – RIC001.1-2016». – CEN/CLC/JTC 10 – общие методы оценки доли использованных повторно компонентов в энергетической продукции (EN 45555:2019).

Хотя действуют стандарты, охватывающие различные аспекты экономики замкнутого цикла, оценка соответствия предлагает инструменты для демонстрации соответствия данным спецификациям и тем самым обеспечивает доверие и уверенность на рынке, что сейчас необходимо как никогда.

В целях формирования концепта комплекса стандартизации процессов перехода к экономике замкнутого цикла необходимо проанализировать результаты декомпозиции, осуществленные в предыдущем параграфе главы и определить примерный состав данной системы.

Стандарты устойчивости с особым акцентом на экономику замкнутого цикла разрабатываются на национальном и глобальном уровнях рядом организаций, включая ИСО, через ее технический комитет ИСО/ТК 323, который начал свою работу в 2019 году по стандартизации в области экономики замкнутого цикла. Это свидетельствует о необходимости обеспечить единый подход к пониманию данной экономической концепции и единые правила ее применения.

Задачи программного комплекса стандартизации экономики замкнутого цикла – создание подсистемы стандартизации процессов перехода к экономике замкнутого цикла и обеспечение результативного управления на уровне как отдельной организации, так и автономных территориальных образований с учетом требований по ресурсосбережению, экологичности и циркулярности на

основе интегрированных подходов.

В настоящее время техническим комитетом ISO TC 323 предпринимаются шаги по разработке пяти стандартов экономики замкнутого цикла в рамках трех рабочих групп:

- ISO 59004: Циркулярная экономика, терминология, принципы и руководство по внедрению;
- ISO 59010: Циркулярная экономика, руководство по бизнес-моделям и сетям создания ценности;
- ISO 59020: Измерение и оценка циркулярности;
- ISO 59014: Вторичные материалы, принципы, требования к устойчивости и отслеживаемости;
- ISO 59040: Спецификация циркулярности продукта (PCDS).

Кроме того, готовятся два технических отчета:

- ISO TR 59 031 – Циркулярная экономика – подходы, основанные на результатах;
- ISO TR 59 032 – Циркулярная экономика – Обзор внедрения бизнес-модели.

Проведенный анализ показал, что в России стандарты, применяемые в практике циркулярной экономики, включены в сферы деятельности блока Б рисунок 1.1.

Таблица 1.7 – Стандарты, используемые в циркулярной экономике

Направление деятельности	Объект стандартизации	Национальные стандарты
Охрана окружающей среды	Ресурсосбережение	ГОСТ Р 52107-2003 [39], ГОСТ Р 56828.24-2017 [63], ГОСТ Р 55103-2012 [50].
Экологический менеджмент	Системы экологического менеджмента	ГОСТ Р ИСО 14001-2016 [118], ГОСТ Р 14.01-2005 [35], ГОСТ Р 58532-2019 [77].
Энергетический менеджмент	Системы энергетического менеджмента	ГОСТ Р ИСО 50001-2022[119].
Менеджмент безопасности труда	Охрана труда	ГОСТ Р 12.0.001-2013 [34], ГОСТ Р ИСО 45001-2020 [109].

Ресурсосбережение	Ресурсосбережение	ГОСТ Р 52107-2003 [39], ГОСТ Р 56828.24-2017 [63], ГОСТ Р 55103-2012 [50], ГОСТ Р 30167-2014 [22].
Энергосбережение	Энергосбережение	ГОСТ Р 53905-2010, ГОСТ 31532-2012
Энергетическая эффективность	Виды продукции	ГОСТ Р 51565-2012 [36], ГОСТ Р 55008-2012 [46], ГОСТ Р 55009-2012 [47], ГОСТ Р 55010-2012 [48], ГОСТ Р 55011-2012 [49], ГОСТ 33868-2016 [26], ГОСТ 33869-2016 [27], ГОСТ 33870-2016 [28].
Возобновляемые источники энергии (возобновляемая энергетика)	Ветроэнергетика, солнечная энергетика	ГОСТ Р 54418.1-2023 [43], ГОСТ Р 56124.1-2014 [52].
Бережливое производство	Бережливое производство	ГОСТ Р 56020-2020 [53], ГОСТ Р 56405-2015 [61], ГОСТ Р 56407-2023 [62], ГОСТ Р 57522-2017 [72].
Оценка жизненного цикла продукции	Жизненный цикл продукции	ГОСТ Р 56136-2014 [53], ГОСТ Р 56269-2014 [56], ГОСТ Р 56270-2014 [58], ГОСТ Р 56863-2016 [64], ГОСТ Р 56864-2016 [65], ГОСТ Р 56874-2016 [66], ГОСТ Р 57324-2016 [71].
Снижение углеродного следа	Углеродный след, ресурсосбережение	ГОСТ Р ИСО 14067-2021 [104], ГОСТ Р 52107-2003 [39], ГОСТ Р 56828.24-2017 [63], ГОСТ Р 55103-2012 [50].
Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ	Выбросы	ГОСТ 33570-2015 [24], ГОСТ 17.2.1.01-76 [1], ГОСТ 17.2.4.08-90 [21], ГОСТ Р 56163-2019 [54].
Очистка сточных вод, уменьшение загрязнения почв	Отходы	ГОСТ Р 54533-2011 [44], ГОСТ Р 56222-2014 [55], ГОСТ Р 57677-2017 [74], ГОСТ Р 57678-2017 [75].
Повторное использование, утилизация	Виды продукции	ГОСТ Р 53742-2009 [40], ГОСТ 33573-2015 [25], ГОСТ Р 57117-2016 [70], ГОСТ Р 54095-2023 [42].
Наилучшие доступные технологии	Виды продукции	ГОСТ Р 56828.24-2017 [63].

Таблица разработана автором

Анализ применимости стандартов, приведенных в таблице 1.8, в реализации перехода к экономике замкнутого цикла и обеспечении ее функционирования

заключается в оценке документов на их адекватность существующих стратегий, механизмов и инструментов ЭЗЦ. Результатами такого анализа могут стать следующие выводы:

– документы полностью адекватны ЭЗЦ и могут использоваться в рамках системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла как без изменений, так и на основе их интеграции в разрабатываемые стандарты ЭЗЦ;

– документ частично адекватен ЭЗЦ и может быть использован после коррекции содержания;

– документ не подходит для применения в системе стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла.

Главным итогом проведенного анализа является вывод, что самостоятельно система стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла пока не сформирована.

Первой попыткой придать ей системный характер предпринят Техническим комитетом по стандартизации ТК 100 «Стратегический и инновационный менеджмент». Были разработаны предварительные национальные стандарты (ПНСТ):

– ПНСТ 452.1–2020 «Применение принципов экономики замкнутого цикла в организациях. Часть 1. Основные положения».

– ПНСТ 452.2–2020 «Применение принципов экономики замкнутого цикла в организациях. Часть 2. Общие принципы и требования».

– ПНСТ 452.3–2020 «Применение принципов экономики замкнутого цикла в организациях. Часть 3. Руководство по применению на малых и средних предприятиях».

Предварительные национальные стандарты выделяют взаимосвязи экономики замкнутого цикла с отдельными направлениями ресурсосбережения и охраны окружающей среды. Так, ПНСТ 452.1–2020 описывает взаимосвязь с такими направлениями, как:

– взаимосвязь с эффективностью использования ресурсов;

– взаимосвязь с обнулением отходов производства;

- взаимосвязь с биоэкономикой;
- взаимосвязь со стратегией бережливого производства;
- результаты использования безотходных технологий.

Установлен трехлетний срок действия указанных выше предварительных национальных стандартов. На сегодняшний день он уже завершен. В настоящий момент решается дальнейшая судьба этих документов, вероятнее всего, они перейдут в статус национальных.

Практика отечественной стандартизации выработала впервые в международной практике новеллу – системы (комплексы) стандартов. В настоящее время в стране действуют 15 систем и 10 комплексов стандартов [143]. Они применяются на предприятиях и организациях промышленности при разработке, производстве, эксплуатации, ремонте и модернизации техники.

В рамках этих систем имеются стандарты, используемые для решения задач циркулярной экономики, регламентирующие работу с отходами, предусматривающие установление режима экономии. Так, одной из самых востребованных является Единая система стандартов по защите систем стандартов от коррозии, старения и биоповреждений. По оценкам международных экспертов, потери от коррозии составляют 5–10 % от национального дохода промышленно развитых стран, а стандарты этой системы позволяют сократить ущерб на 10–15%.

Экономика замкнутого цикла как деятельность представляет собой сложную динамичную организационную, техническую и эргодическую систему и поэтому должна иметь соответствующее нормативное обеспечение.

Весь опыт российской стандартизации дает возможность образовать такую систему, используя в том числе практику разработки и функционирования систем и комплексов стандартов.

Такая система должна обеспечить реализацию возможностей инструментов и методов стандартизации для повышения зрелости экономики замкнутого цикла.

Для формирования каркаса системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла автор предложил использовать схему, изображенную на

рисунке 1.9. Структура системы, состав ее подсистем, терминологический аспект будет изложен в главе 2.

В целях формирования системы стандартизации необходимо обобщить все составляющие программного комплекса стандартизации экономики замкнутого цикла (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10 – Составляющие программного комплекса стандартизации экономики замкнутого цикла (ПКС ЭЗЦ)

(разработан автором)

Все составляющие 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 мезоуровню управления.

При проектировании и реализации проекта системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла предстоит решать ряд правовых,

нормативных правовых и нормативных вопросов.

Существующие нормы антимонопольного законодательства затрудняют реализацию принципа экономики замкнутого цикла «Кооперация», а законодательство в области управления отходами никак не регламентирует переход прав собственности при передаче бывшей в употреблении продукции для последующего восстановления, повторного или иного использования.

Еще одним барьером является отсутствие сертификационных систем и специальной маркировки без обязательного правового статуса. Так, действующий в России с 2017 года стандарт в отношении органической продукции согласуется с аналогичным европейским стандартом, но его положения носят рекомендательный характер. Кроме того, добровольной остается сертификация продукции органического производства.

Некоторые проблемы экономического характера наблюдаются в процедурах бухгалтерского учета, для которых нехарактерна гибкость в отношении учета параметров, определяющих повторность использования продукции или утилизации отходов.

Приведенные выше стандарты не регламентируют процедуру разработки системы, связанной с реализацией отдельного сбора отходов. Данное обстоятельство отрицательно сказывается на всей утилизационной системе, повышая стоимость ее функционирования и создавая препятствия для появления полноценной экономики замкнутого цикла в России.

Формирование системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла дает возможность практически решать вопросы комплексного инновационного развития, применять методы опережающей стандартизации, определять конкретные области улучшений, которые можно реализовать в среднесрочной перспективе.

Международный и отечественный опыт стандартизации экономики замкнутого цикла свидетельствует о высоком уровне внимания и актуальности данной проблематики. Анализ проектов разрабатываемых документов стандартизации и предварительных национальных стандартов показал

определенное отсутствие системного подхода к стандартизации данного направления деятельности. В то же время выявлены тесные взаимосвязи разрабатываемых стандартов и существующих подходов экономики замкнутого цикла с различными системами стандартизации: экологического и проектного менеджмента, в области ресурсосбережения и устойчивого развития сообществ. Такая взаимосвязь позволяет использовать наработанный опыт стандартизации в данных системах при создании системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла. Кроме того, выявлена и обоснована необходимость формирования новых и коррекции существующих норм различных областей права: гражданского, предпринимательского, административного и страхового.

Выводы по главе

Текущая экономическая ситуация в Российской Федерации, санкционное давление и определенное технологическое отставание в области ресурсосбережения обуславливают критическую необходимость формирования новых экономических и управленческих механизмов трансформации экономики в целях повышения эффективности использования ресурсов. Экономика замкнутого цикла является наиболее оптимальной управленческой концепцией, позволяющей на системной основе обеспечить формирование адекватных экономических и управленческих подходов, направленных на создание обратных циклов продуктов, материалов и иных ресурсов.

Экономика замкнутого цикла как научная дисциплина находится на начальном этапе формирования и имеет ряд недоработок, влияющих на формирование научного обоснованного подхода к ее внедрению. В частности, не определены понятие экономики замкнутого цикла, ее предмет и объект, закономерности функционирования и развития, однозначно не определена связь со смежными научными структурами, в первую очередь с теорией экономических циклов, включая действия закона физического и морального старения, с исследованиями в области энергетики и материаловедения, с теорией ресурсосберегающих технологий. Среди специалистов в области экономики

замкнутого цикла отсутствует понимание необходимости создания специальной системы управления для организации замкнутого цикла, а среди отечественных исследователей преобладает ограниченное понимание положений ЭЗЦ как рециклинга. Несмотря на выявленную зарубежными специалистами тесную связь бизнес-моделей экономики замкнутого цикла с инструментами цифровизации, не определена роль таких цифровых технологий, как интернет вещей, блокчейн, для отслеживания потока материалов и оптимизации процессов.

Международный и отечественный опыт стандартизации экономики замкнутого цикла свидетельствует о высоком уровне внимания и актуальности данной проблематики. Анализ проектов разрабатываемых документов стандартизации, в том числе предварительных национальных стандартов показал определенное отсутствие системного подхода к стандартизации данного направления деятельности. В то же время выявлены тесные взаимосвязи разрабатываемых стандартов и существующих подходов экономики замкнутого цикла с различными системами стандартизации: экологического и проектного менеджмента, в области ресурсосбережения и устойчивого развития сообществ. Такая взаимосвязь позволяет использовать наработанный опыт стандартизации в данных системах при создании системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла. Для успешной интеграции требований различных стандартов в единый документ стандартизации необходимо разработать соответствующие механизмы и инструменты интеграции. Одним из препятствий для их выработки являются отсутствие четкой процедуры кластеризации требований различных систем стандартизации, необходимой для дифференцированного подхода к созданию системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла на основе интеграции, и не до конца определенные критерии выбора инструментов интеграции с учетом результатов кластеризации.

Кроме того, выявлена и обоснована необходимость формирования новых и коррекции существующих норм различных областей права: гражданского, предпринимательского, административного и страхового.

ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ МОДЕЛИ СТАНДАРТИЗАЦИИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ЭКОНОМИКЕ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА

2.1. Целеполагание и формирование модели трансформации систем управления при переходе к экономике замкнутого цикла

Представленные в разделе 1.2 цели экономики замкнутого цикла позиционируют данную концепцию как сложную динамическую систему. Для уточнения целеполагания с позиции трансформации действующей модели управления в зрелую систему экономики замкнутого цикла необходимо уточнить проблемную ситуацию, связанную с функционированием элементов этой системы в новых условиях. Автор использовал для изучения проблем на всех уровнях макро-, мезо- и микрометоды PEST-анализа и SWOT-анализа, используемые в стратегическом менеджменте. При их применении уточнены некоторые аспекты методов с целью учета особенностей предмета исследования.

Так, политико-правовые факторы внешней среды целесообразно объединить с глобальными экономико-политическими тенденциями, такими как:

- региональные интеграционные процессы, примерами которых являются крупнейшие экономические объединения (ЕС, ЕАЭС, БРИКС и другие);
- санкционная политика в виде незаконных рестрикций со стороны США и их сателлитов из западных стран в отношении России, КНР, КНДР, Ирана и многих других стран;
- «зеленое» лоббирование как обоснованных требований в отношении охраны окружающей среды, так и волюнтаристских требований, направленных на создание условий для недобросовестной конкуренции.

Таким образом, данный блок факторов, влияющих на деятельность организации, можно назвать институциональными проблемами, и в их состав входят следующие аспекты: международное и национальное нормативное регулирование в области экологии и техносферной безопасности, засилье и

экспансия транснациональных корпораций, международное ограничение конкуренции (санкционное давление), межрегиональные интеграционные процессы, «зеленое» лобби.

Отдельно необходимо выделить так называемые ресурсные проблемы, которые включают в свой состав как классические экономические факторы, так и дополнительные аспекты, связанные с сокращением доступных ресурсов. Так, к ресурсным проблемам можно отнести: снижение платежеспособности потребителей, инфляционные процессы, удорожание энергетических ресурсов, истощение ресурсной базы сырья и материалов, ограничение доступа к редким и востребованным природным ресурсам.

Социальные факторы внешней среды ответственны за появление так называемых поведенческих проблем – это смена поведенческих традиций потребления в виде трансформации понятия ценности продукта от полезности к престижности, широкое распространение экологического воспитания и просвещения, формирующего «ответственное потребление» у клиента и повышающее их требования к экологичности как продукта, так и производства.

Завершающим блоком PEST-анализа являются технологические факторы, обуславливающие технологические проблемы, такие как ограниченный потенциал небольших новаций, используемых компаниями для сохранения привлекательности продукта у клиента, низкая доступность долгосрочных инвестиций в технологические инновации, значительный временной и инфраструктурный разрыв между фундаментальными исследованиями и прикладными разработками на их основе, снижение инвестиционной привлекательности венчурных высокорисковых проектов.

Таким образом, перечень проблем на макроуровне (G) включает в свой состав различные аспекты, такие как:

– институциональные проблемы (G.1) – международное (1) и национальное (2) нормативное регулирование в области экологии и техносферной безопасности (3,4), засилье и экспансия транснациональных корпораций (5), международное ограничение конкуренции (санкционное давление) (6), межрегиональные

интеграционные процессы (7), «зеленое» лобби (8);

– ресурсные проблемы (G.2) – снижение платежеспособности потребителей (1), инфляционные процессы (2), удорожание энергетических ресурсов (3), истощение ресурсной базы сырья и материалов (4), ограничение доступа к редким и востребованным природным ресурсам (5);

– поведенческие проблемы (G.3) – смена поведенческих традиций потребления (1), экологическое воспитание и просвещение населения (2);

– технологические проблемы (G.4) – ограниченный потенциал небольших новаций (1), низкая доступность долгосрочных инвестиций (2), разрыв между фундаментальными исследованиями и прикладными разработками (3), снижение инвестиционной привлекательности венчурных проектов (4).

Мезоуровень характеризуется факторами внешней среды, оказывающими на организации прямое воздействие. Для целей настоящего исследования интересны аспекты *межорганизационного взаимодействия и интеграционные процессы* между компаниями. Кроме того, определенный интерес представляют влияние изменений потребностей клиентов на процесс перехода к ЭЗЦ и ожидания представителей общественности в лице некоммерческих объединений, домохозяйств, расположенных вблизи мест производства продукции, ее эксплуатации и утилизации.

Межорганизационное взаимодействие в рассматриваемом контексте состоит из двух направлений деятельности: организация цепей поставок и взаимодействие с подрядными организациями (аутсорсинг). Интеграционные процессы включают в себя взаимодействие между компаниями по вопросам формирования или единой компании, или группы компаний.

Организация цепей поставок в современных условиях перехода к ЭЗЦ требует разработки и совершенствования критериев оценки экологической ответственности потенциальных поставщиков, что в условиях низкой распространенности сертификации систем экологического менеджмента не все возможно реализовать. Кроме того, рост тенденции использования экологичности производства и продукции как инструмента конкурентной борьбы привел к ряду

злоупотреблений при формировании социальной отчетности путем внесения недостоверной информации об уровне экологичности. Все это приводит к возникновению проблемы выбора ответственного поставщика.

Другой проблемой взаимоотношений с поставщиками является необходимость одновременной закупки большого количества сырья и материалов вследствие наличия требований поставщика к минимальному объему закупки или сезонному дисбалансу поставок. Обычно такие проблемы возникают при сотрудничестве с крупными производителями, например, металлургическими комбинатами, или производителями товаров сезонного спроса, например, трубная продукция максимально востребована весной, а сыпучие материалы невозможно доставить зимой. Таким образом, значимой логистической проблемой становится обеспечение стабильных равномерных поставок.

Производной от предыдущей проблемы является проблема отказа крупных поставщиков, имеющих значительную рыночную силу, от учета специфических требований заказчика. В основном такие требования заключаются в поставке нестандартных размеров заготовок, использование которых позволило бы производителю продукции минимизировать материалоемкость производства.

И наконец, последний вид логистических проблем является следствием распространения политики «зеленого» кредитования и финансирования, одним из условий которых является предоставление подтверждений расхода таких инвестиций на экологичные сырье и материалы и сотрудничество с экологически чистыми производствами. В данном случае проблема заключается в получении от поставщиков достоверной информации об уровне их негативного воздействия на окружающую среду, т.е. реализации принципов «прозрачности».

Второй блок проблем межорганизационных взаимодействий связан с отношениями с подрядными и аутсорсинговыми организациями.

Современные тенденции развития экономических отношений строятся на основе повышения конкурентоспособности организации за счет минимизации затрат и оптимизации денежных потоков. Наиболее распространенным методом сокращения издержек является перевод трансформационных затрат в

транзакционные путем передачи ряда внутренних процессов внешним организациям (аутсорсинг). Проблемы формирования и поддержания таких партнерских отношений заключаются, на начальном этапе, в обоснованном выборе надежного партнера, что не всегда возможно даже при наличии независимой оценки возможностей предприятия-партнера (например, на основе сертификации систем управления). Затем, на этапе сотрудничества, возникает проблема получения достоверных данных, подтверждающих выполнение подрядчиком или аутсорсером сопутствующих основным требованиям, в частности в области экологии и социальных обязательств.

Другой популярный подход к обеспечению конкурентоспособности построен на объединении компаний, так называемая горизонтальная интеграция, на основе партнерства (совместные предприятия и слияния) или устранения конкурента (поглощения). В первом случае основными проблемами перехода к экономике замкнутого цикла являются обеспечение и поддержание единства подходов к реализации выбранной стратегии экономики замкнутого цикла, а также обоснование необходимости трансформации производственных и организационных процессов с учетом выбранных механизмов перехода к ЭЗЦ. Данные проблемы возникают из-за различий в управленческих подходах в объединяющихся компаниях, сложившихся методах управления и традициях. Недружественные поглощения генерируют как описанные выше проблемы, так и новые. В частности, необходимость адаптации управленческих подходов руководителей, поставленных поглотившей компанией в поглощенную к ее специфике, и учет сложившихся в поглощенной компании правил и норм. В противном случае требуется замена значительного количества руководителей высшего и среднего звена.

К прогрессивной горизонтальной интеграции можно отнести территориальные кластеры, которые успешно функционируют в Республике Татарстан.

В отличие от горизонтальной интеграции, рассмотренной выше, вертикальная интеграция не предполагает значительного изменения в

управленческих подходах в объединенных компаниях, но формирует новые проблемы. Это проблемы сокращения степени свободы у компании-производителя при совершенствовании существующего продукта и разработки нового продукта. Такое сокращение связано со снижением возможностей выбора используемого материала, так как привязка к одному поставщику является одним из результатов вертикальной интеграции. В таких условиях становится затруднительным быстрый переход на экологичные материалы и заключение соглашений о поставках с ответственным поставщиком. С другой стороны, принимая во внимание перенос интереса ответственных потребителей от цепочки ценности отдельной фирмы производителя ко всей системе стоимости конечного продукта, включающей цепочки ценности всех участников процесса создания этого продукта, от добычи сырья по конечного производителя, возникает задача согласования всех цепочек такой системы стоимости продукта. В вертикально интегрированных компаниях процесс согласования в некоторой степени упрощен, вследствие наличия единого центра принятия решений, однако в случае необходимости значительных коррекций производственного процесса требует привлечения значительного объема инвестиций, что не всегда возможно.

Изменения потребностей и ожиданий клиентов являются еще одной проблемой перехода к экономике замкнутого цикла. В частности, следствием популяризации «зеленой» повестки и концепции устойчивого развития стало повышенное внимание потребителей к экологичности продукта и в меньшей степени – экологичности производства. Следствием определенного снижения платежеспособности населения стало повышение востребованности такой бизнес-модели, как «продукт как услуга», т.е. не приобретение продукта в собственность, а временное или совместное его использование.

Таким образом, перечень проблем на мезоуровне (L) включает в свой состав различные аспекты, такие как:

– логистические проблемы (L.1) – выбор ответственного поставщика (1), обеспечение стабильных поставок (2), учет частных требований отдельных потребителей крупными поставщиками (3), обеспечение «прозрачности» поставок

(4);

– проблемы партнерства (L.2) – выбор ответственного производителя-подрядчика (1), контроль выполнения циркулярных требований подрядчиком (2), совместные предприятия (3), слияния (4) и поглощения (5);

– проблемы вертикальной интеграции (L.3) – согласование цепочки создания ценности в рамках интегрированной компании (1), сложности перехода на экологичное сырье и материалы, отличные от собственных ресурсов (2);

– проблемы изменения потребностей и ожиданий (L.4) – требования к экологичности продукта (1), требования к экологичности производства (2), предпочтение приобретения товара во временное или совместное пользование (3).

Рассматривая проблемы перехода к экономике замкнутого цикла на микроуровне, необходимо отметить их разнообразие, сложность и то, что в подавляющем большинстве они связаны с необходимостью внедрения изменений в организации. Несмотря на это, все внутренние факторы можно классифицировать по следующим группам: изменения в стратегии, изменения в производственных процессах, изменения в управленческих подходах.

Проблемы реализации изменений в стратегии организации в первую очередь связаны с обоснованием изменений и выбором адекватной стратегии перестройки процессов организации с учетом выбранного механизма перехода к экономике замкнутого цикла. Необходимо пояснить, что целесообразно на первоначальном этапе выбрать один механизм формирования ЭЗЦ для обеспечения системной и плановой реализации подходящих стратегий. Таким образом, на данном этапе следует решить две проблемы:

– обоснование выбора механизма перехода на основе анализа отрасли и специфики организации и выпускаемого ее продукта;

– изменение стратегии развития организации на основании соответствующих стратегий экономики замкнутого цикла для реализации выбранного механизма перехода.

Применяя процессный подход к выделению проблемных зон в сфере производства, можно выделить следующие проблемы: необходимость изменения

процесса формирования технического задания, изменение подходов к проектированию и постановке новой продукции на производство, обеспечение экологичного производства продукта, изменения процессов деятельности после поставки.

Необходимость изменения содержания технического задания на проектирование возникает при выборе стратегий реализации механизма замедления потоков ресурсов. В техническом задании должны появиться позиции, направленные на увеличение срока службы продукта, упрощение его ремонта и восстановления, применение экологически чистых и/или вторичных материалов. Изменения процесса проектирования должны быть направлены на унификацию элементов конструкции, применение модульных легкоразбираемых блоков и минимизацию вновь разрабатываемых узлов с максимизацией использования уже производимых элементов. Процессы постановки на производства подлежат коррекции в направлении сокращения материалоемкости нового продукта и снижения отходов от обработки заготовок.

На этапе производства продукта одной из основных задач перехода к экономике замкнутого цикла является нахождение баланса между обеспечением экологичности производства и сохранением или повышением его рентабельности. В основном это обеспечивается за счет перехода на новые технологии и требует значительных инвестиций – технологический реинжиниринг, но возможен и точечный процесс оптимизации производства, и в таком случае возникает задача сохранения заданной ритмичности и непрерывности производства.

Отдельное внимание следует уделить изменениям процессов деятельности после поставки, так как в них заложен значительный потенциал инструментов как прямого ресурсосбережения (оборотная тара, оптимизация транспортных маршрутов и т.д.), так и применения вторичных ресурсов (упаковочный картон из вторсырья, паллеты из отходов деревообработки).

Следующим блоком проблем на микроуровне являются вопросы трансформации подсистем управления поддерживающими процессами. Здесь наиболее актуальным направлением перестройки является процесс управления

персоналом, который должен включать в себя не только вопросы обеспечения необходимого уровня компетентности и осведомленности, но и вопросы охраны труда, экологического просвещения и мотивации к ресурсосбережению.

При коррекции составными элементами компетентности персонала должны стать знания, навыки и умения, связанные с вопросами качества, снижения негативного воздействия производственных процессов на окружающую среду и персонал, ресурсосбережения, использования вторичных ресурсов в собственном производстве, возможности применения вышедшего из эксплуатации продукта для целей вторичного использования или восстановления.

Осведомленность, в свою очередь, помимо информации о вкладе каждого сотрудника в обеспечение и повышение качества продукта, влиянии на окружающую среду и об опасностях производственных процессов, должна быть дополнена сведениями о применимых в организации инструментах экономики замкнутого цикла и выгодах от их реализации.

Специализированные компетенции в области охраны труда и охраны окружающей среды (ООС) должны быть дополнены информацией о специфике применения инструментов повышения производительности труда, например, подходов Бережливого производства; ограничениях применения новых ресурсосберегающих технологий с точки зрения нормативного регулирования в области ООС и техносферной безопасности.

Система мотивации персонала, к сожалению, не нашла отражения ни в одном из параграфов, разрабатываемых как международных, так и национальных стандартов. В то же время данная сфера управления является важной для перехода к экономике замкнутого цикла, так как значительная часть стратегий ЭЗЦ требует значительного вовлечения как персонала организации-производителя, так и предприятий-поставщиков, дистрибьютеров и самих конечных потребителей. И если мотивация организации-производителя является внутриорганизационной задачей, то мотивация других участников цепочек создания ценности в ЭЗЦ является фактором внешней локальной среды. Мотивация собственных сотрудников должна быть направлена на формирование

внутренней потребности совершенствовать производимый продукт в направлении повышения его циркулярности, перехода на экологически чистые технологии и поддержку формирования обратных циклов ресурсов.

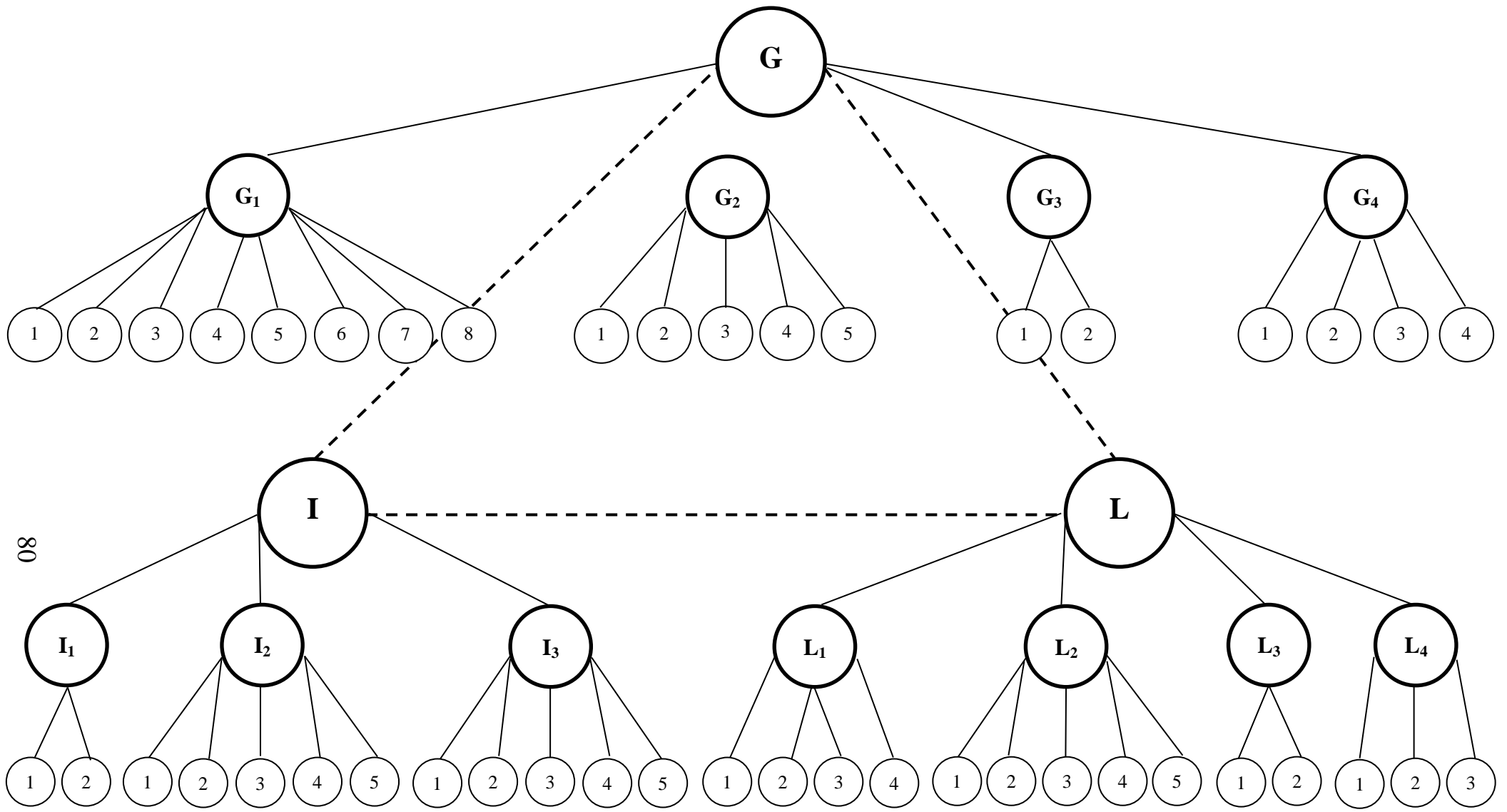
Таким образом, перечень задач на микроуровне содержит три блока:

– изменения в стратегии (I.1) – обоснование выбора механизма перехода (1), изменение стратегии развития организации (2);

– изменения в производственных процессах (I.2) – необходимость изменения процесса формирования технического задания (1), изменение подходов к проектированию (2) и постановке новой продукции на производство (3), обеспечение экологичного производства продукта (4), изменения процессов деятельности после поставки (5);

– изменения в управленческих подходах (I.3) – обеспечение необходимого для ЭЗЦ уровня компетентности (1) и осведомленности (2), дополнительные аспекты регулирования в сфере охраны труда (3) и экологии (4), создание системы мотивации к ресурсосбережению (5).

Декомпозиция вышеперечисленных проблем глобального, локального и внутреннего уровней представлена на рисунке 2.1.



80

G – проблемы макроуровня; L – проблемы мезоуровня; I – проблемы микроуровня

Рисунок 2.1 – Граф декомпозиции проблем перехода к зрелой циркулярной экономике

(разработан автором)

Определение целевых ориентиров перехода к экономике замкнутого цикла целесообразно осуществить в рамках построения ориентированного графа путем определения направленных связей взаимодействия (влияния) между вышеуказанными проблемами и задачами. Вначале требуется задать определенные ограничения выстраиваемой системы целевых ориентиров:

– вследствие отсутствия возможности влияния на глобальные и локальные факторы со стороны отдельной организации и частичной возможности влияния на данные факторы со стороны государства проблемы групп G и L будут являться начальными точками связей взаимодействия;

– взаимное влияние между факторами глобальной и локальной сред считаются незначительными и не будут учитываться в графе;

– задачи группы микросреды I.1 являются конечными точками связей, так как связаны со стратегическими направлениями развития организации и должны включать все аспекты деятельности компании и учитывать факторы макро- и мезосреды.

Проведенный анализ взаимосвязей показал значимое влияние на выбор механизмов трансформации экономики следующих проблемных аспектов локального уровня:

1) проблемы изменения потребностей и ожиданий (L.4), такие как повышение требований к экологичности производства (2) и требований потребителей к экологичности продукта (1);

2) проблемы вертикальной интеграции (L.3) – в частности сложности выбора ответственных поставщиков при переходе на экологичное сырье и материалы, отличные от собственных ресурсов (2).

Косвенное влияние на выбор механизма трансформации имеют такие институциональные проблемы (G.1), как межрегиональные интеграционные процессы (7), «зеленое» лобби (8). Кроме того, определенное влияние имеют ресурсные проблемы (G.2), связанные с сокращением доступа к дешевым ресурсам, а также инфляционные проблемы и снижение уровня платежеспособности населения. Некоторую роль в определении механизма

трансформации экономики играют изменения в поведении потребителя (G.3) таких как смена поведенческих традиций потребления (G.3.1) и экологическое воспитание и просвещение населения (G.3.2). На мезоуровне косвенное влияние на выбор механизмов трансформации оказывают существующие и возникающие логистические проблемы (L.1), связанные с организацией обеспечения экологичных поставок и формированием обратных циклов, а также изменения потребностей и ожиданий (L.4) потребителей

Другой значимой составляющей процесса перехода к экономике замкнутого цикла является необходимость изменения стратегии развития организации (I.1.2), на которую значительное влияние оказывают вопросы межорганизационного уровня, связанные с повышением требований к экологичности производства (L.4.2), и необходимости согласования цепочки создания ценности на основе принципов и подходов экономики замкнутого цикла в деятельности вертикально интегрированных компании (L.4.1).

Косвенное влияние на процессы изменения корпоративных стратегий оказывают ряд имеющихся институциональных проблем (G.1) и ряд ресурсных проблем (G.2), связанных с инфляционными процессами (G.2.2), удорожанием энергетических ресурсов (G.2.3) и истощением ресурсной базы сырья и материалов (G.2.4). Опосредованное влияние также оказывают мезоуровневые факторы, связанные с вопросами организации партнерских отношений (L.2), таких как формирование совместных предприятий (L.2.3), реализация стратегий слияния (L.2.4) и поглощения (L.2.5) для достижения целей экономики замкнутого цикла. Граф проблем представлен на рисунке 2.2.

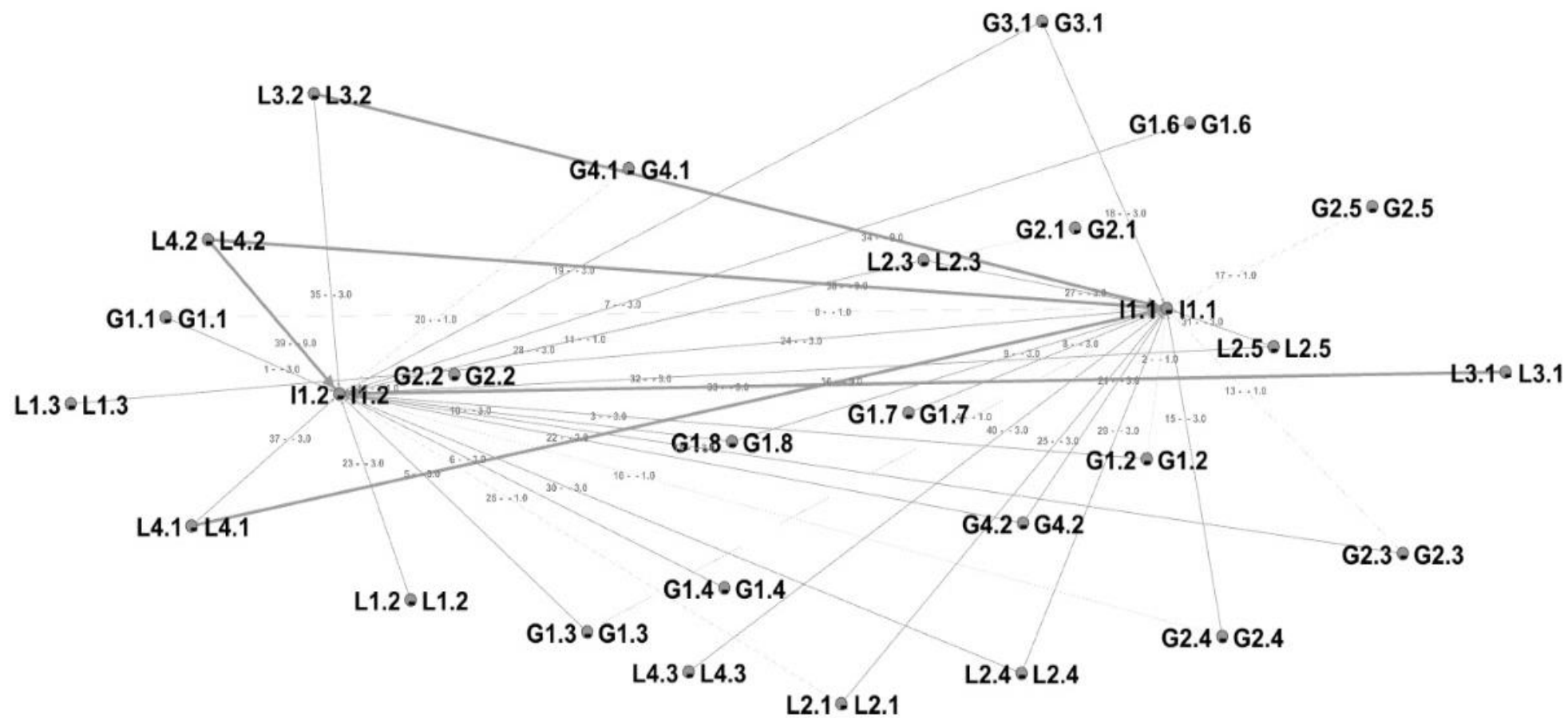


Рисунок 2.2 – Граф проблем перехода к зрелой экономике замкнутого цикла

(разработан автором)

Анализ полученного графа проблем показал, что концепция экономики замкнутого цикла является сложным и многоуровневым объектом, регулирование которого недостаточно осуществлять посредством отдельных специализированных стандартов. Для обеспечения четкой регулируемой и работоспособной структуры управления экономикой замкнутого цикла необходимо создание целостной системы стандартизации, учитывающей все разнообразие взаимосвязей ее составляющих и направленной на решение комплекса проблем, представленных в графе (рисунок 2.2). Такая система стандартизации процессов перехода к экономике замкнутого цикла (далее – СС ЭЗЦ) призвана обеспечить единый комплексный подход к трансформации линейной экономики и формированию соответствующих систем менеджмента, построенных на принципах экономики замкнутого цикла.

В качестве предварительного этапа моделирования, направленного на формирование основы разработки системы стандартизации, способствующей переходу к экономике замкнутого цикла, были рассмотрены несколько вариантов моделей исследуемой концепции:

- модель трансформации линейной экономики в экономику замкнутого цикла как основа разработки стандартов на переходный период;
- концептуальная модель функционирования экономики замкнутого цикла как основа разработки комплекса стандартов на процессы управления экономикой замкнутого цикла.

Модель трансформации линейной экономики в экономику замкнутого цикла можно представить в виде аксонометрической модели содержащей 3 оси:

- 1) ось X – стратегии перехода к ЭЗЦ;
- 2) ось Y – механизмы реализации стратегий;
- 3) ось Z – инструменты реализации стратегий и механизмов трансформации экономики.

Как было показано в главе 1.2, все стратегии перехода к ЭЗЦ можно сгруппировать в 4 группы: стратегии продления жизненного цикла продукции, стратегии повышения эффективности использования продукта, стратегии

продления жизненного цикла материалов и стратегии экологизации производства. В свою очередь механизмов трансформации экономики выделены три вида: замыкание материальных потоков, замедление потоков и сужение потоков. Инструменты трансформации отличаются большим разнообразием. Выделяются следующие группы: технологические инновации, социально-институциональные инновации, вторичные социально-институциональные инновации (инновации, которые являются следствием отдельных технологических инноваций), инструменты ресурсосбережения и инструменты экологического менеджмента.

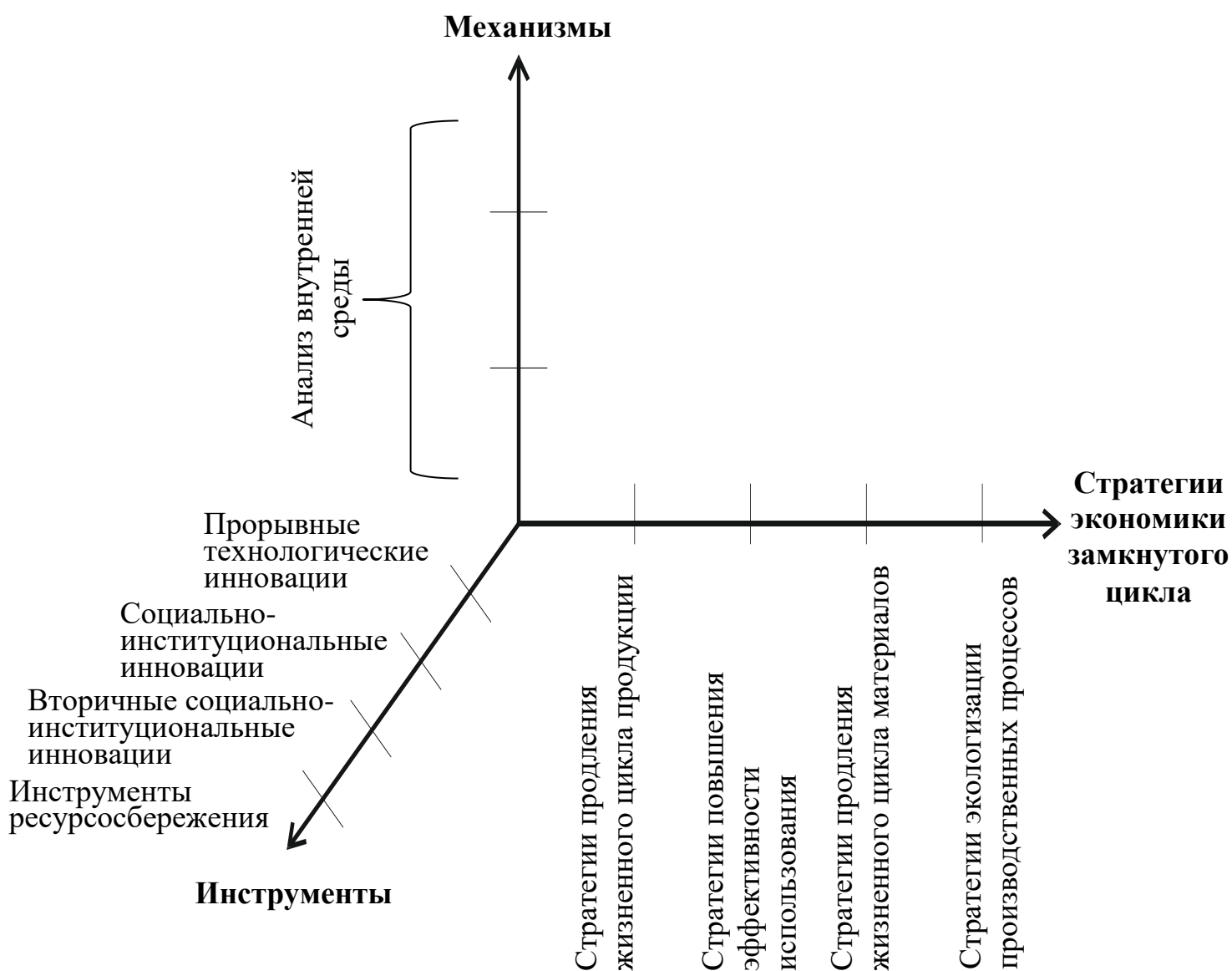


Рисунок 2.3 – Модель трансформации линейной экономики
(разработан автором)

Предлагаемая модель имеет ряд ограничений. В частности, не все механизмы могут быть использованы для реализации предлагаемых стратегий экономики замкнутого цикла; селективность выбора инструментов для реализации конкретных стратегий перехода на основе выбранных механизмов трансформации, отсутствие жестких требований для выбора стратегий для конкретной организации с учетом специфики отрасли и производимого продукта. Результаты разработки концептуальной модели функционирования экономики замкнутого цикла представлены в следующем разделе.

2.2. Концептуальная модель функционирования экономики замкнутого цикла

Для целей формирования системы стандартизации обеспечивающий переход к экономике замкнутого цикла необходимо предложить адекватную модель функционирования данной концепции, которая позволила бы учесть все ее элементы и применимые стратегии. В качестве классификации циркулярных стратегий возьмем подход, изложенный в разделе 1.2:

- продление жизненного цикла продукции;
- повышение эффективности использования продукта;
- продление жизненного цикла материалов;
- экологизация производственных процессов.

Проведенный предварительный анализ специфики экономики замкнутого цикла позволил предположить, что наиболее адекватным подходом к разработке отдельных стандартов будет интегрированный подход. Такой вывод делается на основе понимания необходимости комплексного подхода к реализации стратегий перехода к ЭЗЦ и учета аспектов различных подсистем менеджмента: качества, экологического и проектного менеджмента. [131] Принимая во внимание отдельные положения стандарта ГОСТ Р 58542-2019 «Интегрированные системы менеджмента. Руководство по практическому применению» [78], целесообразно представить модель экономики замкнутого цикла на основе процессного подхода. Более того, большинство графических представлений циркулярной экономики

также в своей основе содержат как отдельные процессы, так и этапы жизненного цикла продукции или материалов.

В разделе 1.2. автором были сформулированы группы стратегий перехода к экономике замкнутого цикла на основе анализа стратегий 9R. Такая классификация может быть полезной при выделении этапов модели экономики замкнутого цикла, которые должны соответствовать данным стратегиям с точки зрения применимости.

На основе анализа модели циркулярной экономики Фонда Элен МакАртур [184] и реализуемости стратегий продления жизненного цикла продукции и жизненного цикла материалов и ресурсов можно выделить следующие процессы основного жизненного цикла продукции, являющиеся важными для данной концепции:

- 1) разработка концепта продукта на основе анализа требований и ожиданий заинтересованных сторон;
- 2) проектирование продукта;
- 3) создание продукта.

Кроме того, целесообразно дополнить указанные процессы этапами, реализующими стратегию «экологизации производства» – это этапы «постановка на производство нового продукта» и «реализация продукта».

Данная стратегия предполагает применение экологически чистых технологий на этапе производства, что должно быть заложено уже на этапе постановки на производство нового продукта. В свою очередь процесс реализации товара должен сопровождаться максимизацией использования возвратной и оборотной тары, а также сокращением использования транспорта за счет оптимизации логистики, что также напрямую влияет на экологичность производственных процессов.

Последующие этапы жизненного цикла продукции напрямую связаны с отдельными стратегиями продления жизненного цикла продукции, и данное обстоятельство позволяет выделить соответствующие этапы модели.

Таким образом, взяв за основу эксплуатационный этап жизненного цикла

продукции или увеличение срока службы продукта и его частей (в терминологии ЕЭК ООН) (R3–R7), можно к каждой стратегии сформулировать соответствующий этап модели экономики замкнутого цикла. Так, стратегии «R3 Повторное использование» соответствует этап «Эксплуатация», «R4 Ремонт» – этапу «Ремонт», «R5 Восстановление» – этапу «Восстановление», а две стратегии «R6 Повторное производство» и «R7 Перепрофилирование» – этапу «Иное использование продукта».

Все перечисленные этапы автор представляет на рисунке 2.4 в виде замкнутого цикла.

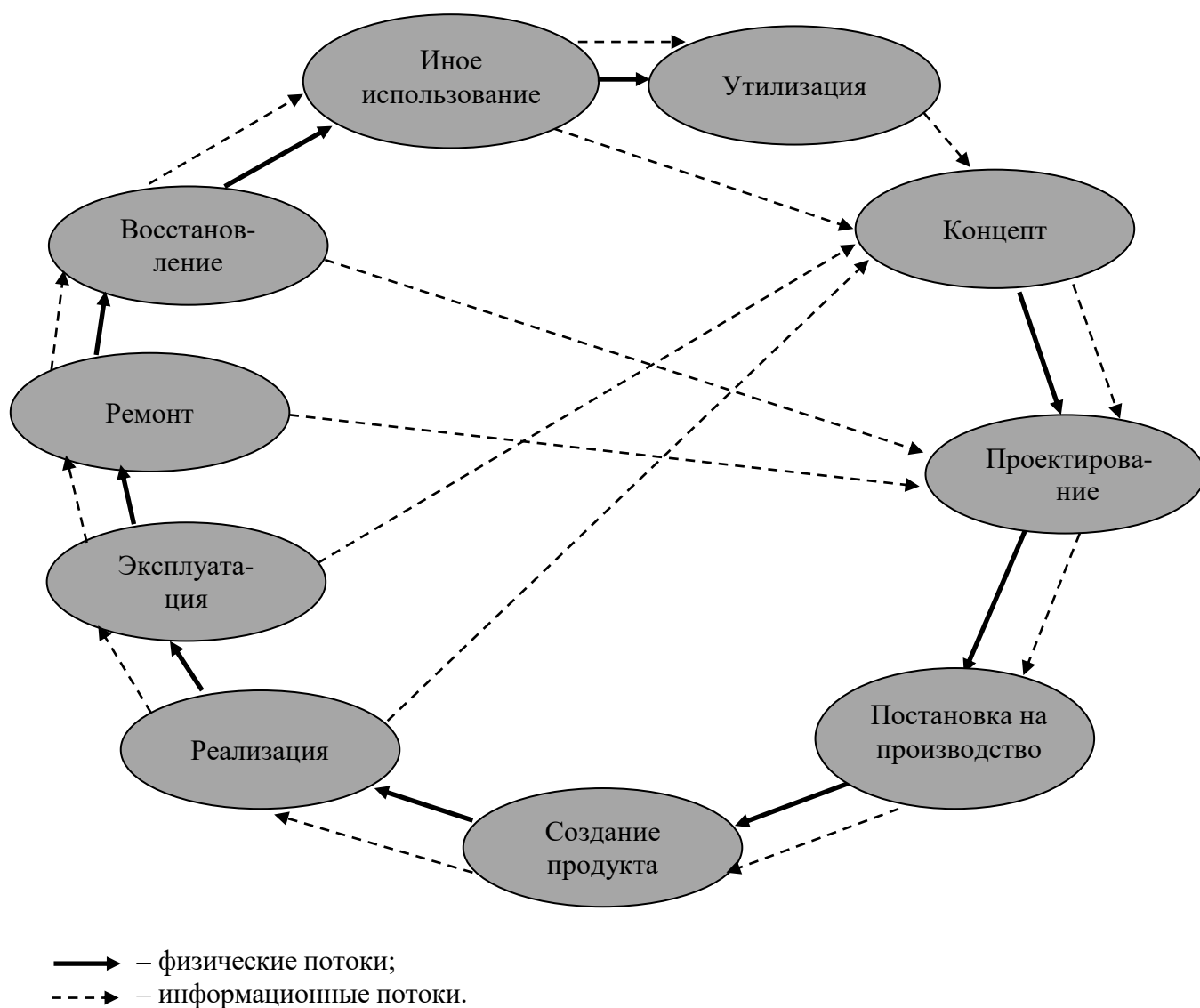


Рисунок 2.4 – Жизненный цикл продукции

(разработан автором)

Необходимо отметить, что, помимо физических потоков (сплошные стрелки),

предлагаемая модель содержит и информационные потоки (пунктирные стрелки). Необходимость выделения информационных потоков вызвана наличием большого количества собираемых на всех стадиях жизненного цикла продукции данных, необходимых для реализации стратегий экономики замкнутого цикла. Специфика информационных потоков и их направленность тесно связаны с особенностями этапов жизненного цикла продукции. Так, проектно-производственный этап, включающий в себя стадии разработки концепта продукта, проектирование, постановки на производство и создание продукта, характеризуется прямыми информационными потоками, обеспечивающими передачу информации о специфике формирования циркулярных свойств продукта на каждой стадии. Организация таких информационных потоков может быть выстроена по примеру процесса определения критических характеристик продукции, регламентируемого в стандартах APQP, начиная со стадии разработки концепта продукции, на которой закладываются базовые циркулярные свойства продукта и заканчивая процессом создания продукта, где применяется матрица соответствий между циркулярными свойствами и технологическими процессами их реализации.

Следующий этап – эксплуатационный – содержит как прямые, так и обратные информационные потоки. Прямые потоки на данном этапе содержат информацию, необходимую для сохранения или даже повышения ценности используемого продукта. Обратные информационные потоки предназначены для сбора и обобщения данных о результативности обратных циклов и стратегий, реализуемых на данном этапе. Данная информация необходима для дальнейшего совершенствования продукции и инновационных методов ее использования.

Как видно из модели, замыкание жизненного цикла продукции обеспечивается только за счет информационных потоков, физические потоки в рамках данного цикла имеют разрыв.

Полноценный возврат жизненного цикла продукции в начальный этап возможен только в рамках процессов восстановления материалов и их повторного использования на этапе производства. Данное обстоятельство обуславливает необходимость формирования второго, дополнительного цикла, описывающего

процессы жизненного цикла ресурсов и материалов. Данный цикл частично включает в себя процессы по реализации стратегий утилизационного этапа или полезного применения материалов (в терминологии ЕЭК ООН) (R08–R09):

– R8 Рециркулирование: Переработка материалов до такой же (высококачественные материалы) или более низкой (низкокачественные материалы) степени качества.

– R9 Рекуперация: Сжигание материалов с рекуперацией энергии.

Кроме того, замкнутый цикл материалов и ресурсов не может существовать без постоянной ресурсной подпитки извне. Это связано с частичной утратой ресурсов в процессах производства, перемещения и восстановления. Таким образом, отдельный участок линейной экономики в модели экономики замкнутого цикла необходимо сохранить. Таким линейным участком являются стадии «Добыча ресурсов» и «Первичная обработка».

В то же время, учитывая актуальность реализации такого компонента экономики замкнутого цикла, как «Экологизация производственных процессов», целесообразно в ресурсном цикле добавить еще один этап между этапами «Производство» и «Утилизация» – это «Иное использование отходов». Содержание данного этапа состоит из нескольких вариантов действий, различающихся друг от друга в зависимости от видов ресурсов. Биологические ресурсы на данном этапе чаще всего подвергаются более глубокой переработке с целью получения дополнительной ценности (переработка жмыха сахарной свеклы в глюкозу). Минеральные ресурсы и полуфабрикаты по вариантам их иного использования автор предлагает разделить на две группы: возвратные в первичное производство и применимые в ином производстве. В качестве примера первого варианта можно привести возврат в первоначальный производственный процесс отходов металлообработки и производства полимерной продукции. Второй вариант является более сложным с точки зрения логистики, так как предполагает формирование партнерских отношений со специализированными предприятиями, занимающимися сбором и восстановлением ресурсов, или инновационными организациями, выстраивающими свой производственный процесс на использовании отходов

традиционных производств. Такими специализированными предприятиями являются компании, осуществляющие сбор и переработку металлолома, стекла и полимеров. Примерами инновационных организаций могут служить компании, занимающиеся производством органических удобрений из отходов сельскохозяйственных предприятий, и производители костной муки и животного жира из отходов мясокомбинатов. Проведенный анализ дал автору возможность представить жизненный цикл материалов и ресурсов в виде модели на рисунке 2.5.



Рисунок 2.5 – Жизненный цикл ресурсов
(разработан автором)

Информационные потоки жизненного цикла ресурсов связаны с передачей сведений об остаточной ценности использованных ресурсов и возможности восстановления до первоначального или продуктивного состояния.

Пересечение двух жизненных циклов продукции и ресурсов имеется на двух общих этапах:

- 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.

На основе совмещения данных циклов автор построил модель функционирования экономики замкнутого цикла, использование которой при разработке системы стандартизации обеспечивающей переход к экономике замкнутого цикла позволит обеспечить системный подход к ее построению (рисунок 2.6).

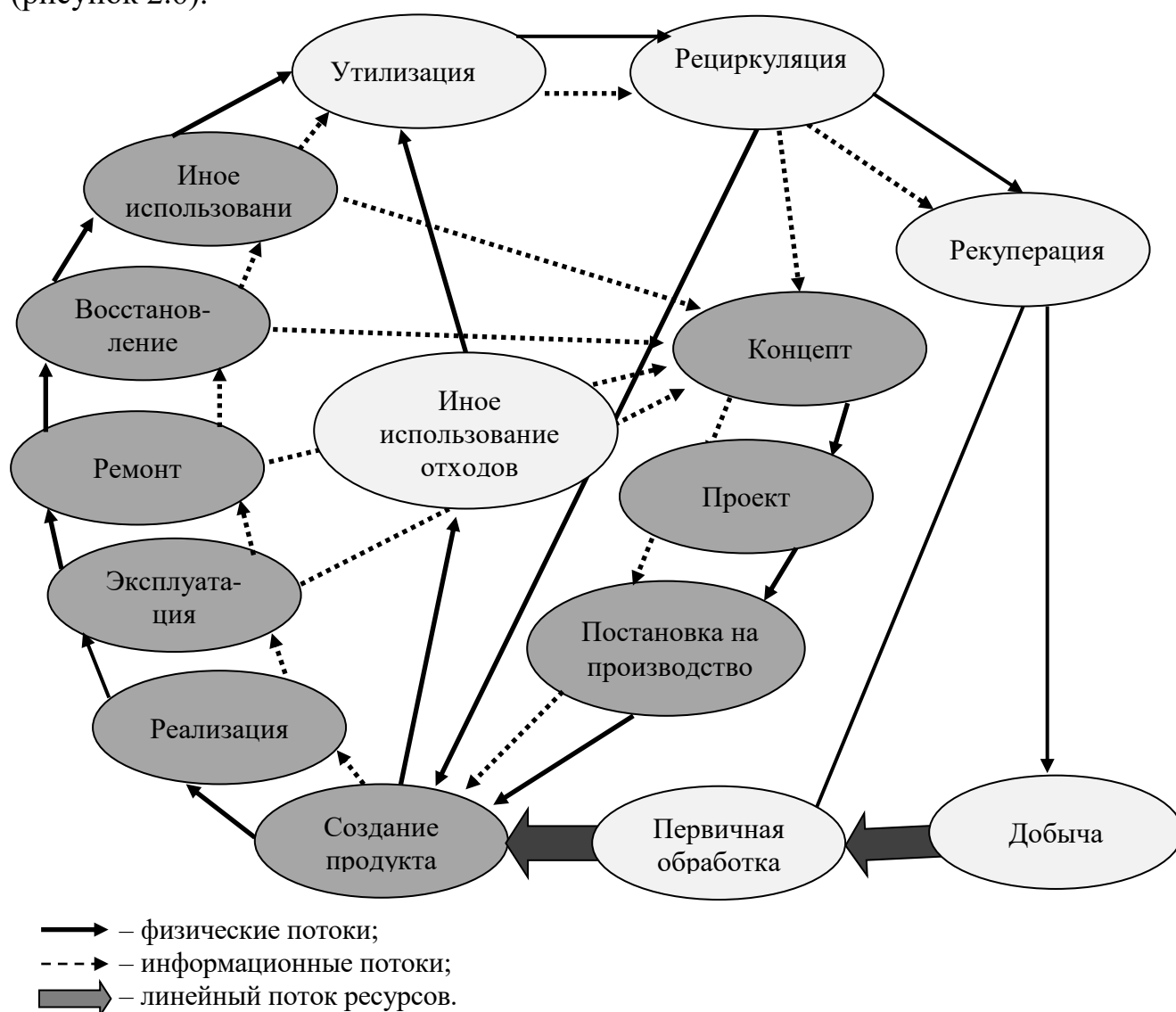


Рисунок 2.6 – Концептуальная модель функционирования экономики замкнутого цикла
(разработан автором)

Большое разнообразие инструментов реализации стратегий экономики замкнутого цикла, связанных с инновационной деятельностью, требует

определенной структуризации их применения, что целесообразно осуществить с учетом представленной выше модели. На основе инновационных инструментов трансформации экономики, представленных в разделе 1.2, автором предложены следующие инструменты ЭЗЦ:

– прорывные технологические инновации (1-й тип инноваций по Х. Поттинг);

– социально-институциональные инновации (2-й тип инноваций по Х. Поттинг);

– вторичные социально-институциональные инновации (3-й тип инноваций по Х. Поттинг);

– инструменты ресурсосбережения;

– инструменты экологического менеджмента.

Структуризация инструментов экономики замкнутого цикла позволила соотнести их как с этапами модели экономики замкнутого цикла, так и со стратегиями и механизмами трансформации. Основываясь на материалах таблицы 1.3, автором предложено сопоставление этапов модели и инновационных инструментов реализации стратегий экономики замкнутого цикла (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Стратегии экономики замкнутого цикла

Этапы модели	Стратегии	Механизмы	Инструменты
Жизненный цикл продукции			
Разработка концепта продукта	R0 Отказ	Сужение потоков ресурсов	Социально-институциональные инновации
	R1 Переосмысление		Прорывные технологические инновации
Проектирование продукта	R1 Переосмысление	Замедление потоков ресурсов	Прорывные технологические инновации
	R2 Сокращение		Инструменты экологического менеджмента
Постановка на производство	R2 Сокращение	Сужение потоков ресурсов	Инструменты экологического менеджмента, инструменты ресурсосбережения

Продолжение таблицы 2.1

Производство продукта	R2 Сокращение	Сужение потоков ресурсов	Инструменты ресурсосбережения, инструменты экологического менеджмента
Реализация продукта / Выпуск		Замедление потоков ресурсов	Вторичные социально-институциональные инновации
Эксплуатация	R3 Повторное использование	Замыкание потоков ресурсов	Вторичные социально-институциональные инновации, социально-институциональные инновации
Ремонт	R4 Ремонт	Замыкание потоков ресурсов	Прорывные технологические инновации
Восстановление	R5 Восстановление	Замыкание потоков ресурсов	Прорывные технологические инновации
Иное использование продукта	R6 Повторное производство R7 Перепрофилирование	Замедление потоков ресурсов	Прорывные технологические инновации, вторичные социально-институциональные инновации
Утилизация	R8 Рециркулирование	Замыкание потоков ресурсов	Прорывные технологические инновации, инструменты экологического менеджмента
Жизненный цикл материалов и ресурсов			
Добыча		Замедление потоков ресурсов	Инструменты экологического менеджмента
Первичная обработка		Замедление потоков ресурсов	Инструменты экологического менеджмента
Иное использование отходов		Замедление потоков ресурсов	Прорывные технологические инновации, инструменты экологического менеджмента

Восстановление материалов и ресурсов	R8 Рециркулирование	Замыкание потоков ресурсов	прорывные технологические инновации, инструменты экологического менеджмента
Получение энергии	R9 Рекуперация	Сужение потоков ресурсов	прорывные технологические инновации, инструменты экологического менеджмента

Таблица разработана автором

Как видно из таблицы 2.1, отдельные стратегии реализуются за счет нескольких групп инструментов. Это связано со сложным характером мероприятий по реализации отдельных стратегий, а также необходимостью комплексного подхода к их выработке.

Проведенный выше анализ дал возможность автору уточнить принципы циркулярной экономики. Они являются одним из основных значимых положений, которые позволяют определить концептуальное содержание и направления ее развития, а также границы применимости данной концепции.

Для разработки адекватных принципов экономики замкнутого цикла были проанализированы варианты, предлагаемые как зарубежными специалистами (Фонд Эллен МакАртур [184], Уолтер Шталь [236] и другие), так и отечественными разработчиками предварительного стандарта ПНСТ 452.2-2020 «Инновационный менеджмент. Применение принципов экономики замкнутого цикла в организациях. Часть 2. Общие принципы и требования».

Так, обобщение принципиальных подходов, представленных в книге Уолтера Шталя «Циркулярная экономика. Руководство пользователя» [236], позволило сформулировать следующие принципы:

- поддержание ценности и полезности ресурсов в течение максимально длительного периода времени;
- снижение скорости перемещения ресурсов в экономике, что напрямую влияет на объемы производства и количество отходов в линейной промышленной экономике;

– изменение в поведении потребителя, такие как замена права собственности на право управления, и рост личной мотивации, дополняющий сокращение административно-командного регулирования;

– переход от отдельных разрозненных обязательств по приему, производству, продаже, использованию, утилизации отходов и управлению ими в линейной экономике к целенаправленному циркулярному управлению активами и даже принятию ответственности за общественный ущерб вследствие неэффективного использования ресурсов;

– создание и применение специального метода «управления стоимостью» для отслеживания изменений качества и количества ресурсов с течением времени, который отличается от метода «управления цепочками поставок» линейной промышленной экономики, используемого для минимизации производственных затрат вплоть до точки продажи.

Используя контентный анализ, можно сделать следующие выводы:

– первые два принципа направлены на оптимизацию ценности и максимизацию эффективности использования ресурсов;

– третий принцип направлен на формирование «ответственного» потребления;

– четвертый объединяет в себе системный подход к реализации концепции и организацию взаимодействия между организациями;

– пятый представляет комплекс инновационного учета и открытости данных.

Российский подход к определению принципов экономики замкнутого цикла представлен предварительным стандартом ПНСТ 452.2-2020 «Инновационный менеджмент. Применение принципов экономики замкнутого цикла в организациях. Часть 2. Общие принципы и требования» [195]:

– системное мышление;

– инновационность;

– прозрачность;

– организация планирования и управления;

- кооперация.
- оптимизация ценности.

Подавляющее большинство вышеуказанных принципов носит общий характер и может быть применен к практически любым системам управления или управленческим концепциям. Некоторое исключение составляют принципы «Кооперация» и «Оптимизация ценности», которые отражают специфику экономики замкнутого цикла в части необходимости организации тесного взаимодействия всех экономических агентов для достижения целей сохранения ценности продукта и ресурсов в течение длительного времени.

В свою очередь Фонд Эллен МакАртур [184] следующим образом сформулировал принципы циркулярной экономики:

- выберите зеленые технологии и сосредоточьтесь на ответственном использовании природных ресурсов.
- максимизируйте коэффициент использования активов.
- обеспечьте циркуляцию товаров, компонентов продукции и материалов с максимальной полезностью.
- минимизируйте и постепенно устраняйте негативные внешние эффекты.

Представленная формулировка принципов концепции в первую очередь направлена на обеспечение трансформации экономики на основе циркулярных подходов, но, к сожалению, не позволяет конкретизировать базовые основы управления экономикой замкнутого цикла.

Для уточнения принципов экономики замкнутого цикла с учетом различных подходов проведен сравнительный анализ представленных выше принципов на предмет выявления схожести, полноты и непротиворечивости.

Анализ схожести представленных выше принципов позволил выявить смысловые пересечения между следующими позициями (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Сравнительный анализ принципов циркулярной экономики [236; 195; 184]

Принципы Уолтера Шталя	Принципы ПНСТ	Принципы Фонда Элен МакАртур
Продление ценности и полезности ресурсов	Организация планирования и управления Оптимизация ценности	Максимизируйте коэффициент использования активов
Снижение скорости перемещения ресурсов	Организация планирования и управления Оптимизация ценности	Минимизируйте и устраняйте негативные внешние эффекты
Изменение в поведении потребителя	Совпадение отсутствует	Зеленые технологии и ответственное использование природных ресурсов
Переход к целенаправленному циркулярному управлению активами	Системное мышление Кооперация	Обеспечьте циркуляцию товаров, компонентов продукции и материалов с максимальной полезностью
Создание и применение специального метода «управления стоимостью»	Инновационность Прозрачность	Зеленые технологии и ответственное использование природных ресурсов

Основываясь на выявленных связях между принципами из различных источников, автор сформулировал скорректированные *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» среди представителей заинтересованных сторон.

Для завершения представления экономики замкнутого цикла как науки проведено исследование наличия закономерностей ее функционирования. Различные источники [228, 231, 236] сводят их к следующим формулировкам:

1. Неизбежность утраты ресурсов:

– невозможность восстановления ресурсов до первоначального уровня в исходном объеме;

– неизбежность безвозвратной потери части ресурсов на этапах производства продукции и восстановления после утилизации.

И как следствие – любое производство, использующее в своем производственном цикле вторичные ресурсы, не может обойтись без использования первичных ресурсов; любая модель экономики замкнутого цикла содержит часть линейной экономики.

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 «Выпуск» 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.

Следствием данной закономерности являются низкая вероятность нулевых

отходов и необходимость оптимизации и инновационного развития стадий утилизационного этапа ЖЦ продукции.

3. Однонаправленный процесс внедрения инновационных технологий.

При переходе к циркулярным технологиям, использующим вторичные ресурсы, возврат к линейным технологиям невозможен в силу технологических или экономических причин.

Ограничениями для данной закономерности являются «навязанный» или экономически необоснованный характер инноваций (например, «зеленая» энергетика).

Следствием закономерности является поступательный инновационный процесс, предваряемый обязательным научным и экономическим обоснованием [130].

Таким образом, предложенная автором концептуальная модель функционирования экономики замкнутого цикла позволяет научно обоснованно подойти к выбору базового подхода к организации структуры СС ЭЗЦ. Таким подходом является структура системы стандартизации на основе жизненного цикла. Предложенная модель содержит в своей основе стратегии 9R, разработанные Европейской экономической комиссией ООН, и выстроена на базе двух взаимосвязанных жизненных циклов: продукции и ресурсов. Данная модель содержит, помимо физических, поток продукции и ресурсов, также и информационные потоки, направленные на реализацию стратегий экономики замкнутого цикла.

На основе проведенного сравнительного контекстного анализа принципов циркулярной экономики и их смысловой интеграции предложены обобщенные принципы экономики замкнутого цикла. Выявленные закономерности в научно обоснованной концепции экономики замкнутого цикла подтверждают достоверность предложенной модели и выделяют специфику данной концепции.

2.3. Методологические аспекты формирования модели стандартизации в обеспечении перехода к экономике замкнутого цикла

Рассматривая задачи формирования модели системы стандартизации, обеспечивающей переход к экономике замкнутого цикла, необходимо учитывать как проблемы переходного процесса от линейной экономики, представленные в разделе 2.1, так и особенности построения системы управления организаций замкнутого цикла с учетом модели, представленной в разделе 2.2.

Понимание преимущественности подходов экономики замкнутого цикла традиционным ресурсосберегающим концепциям приводит к необходимости использования значительного числа существующих эффективных стандартов различных систем менеджмента при формировании стандартов экономики замкнутого цикла, что обосновывает применение интеграционного подхода к построению системы стандартизации перехода к ЭЗЦ. Значительное разнообразие стратегий трансформации экономики и акцент на жизненных циклах продукции и ресурсов, проанализированный в рамках представленной в разделе 2.2 модели экономики замкнутого цикла, определяет необходимость выбора формата системы стандартизации. В качестве примера можно рассмотреть три варианта совокупностей документов стандартизации как наиболее проработанных систем стандартизации:

- стандарты серии ISO 9000 и серии ISO 10000;
- стандарты серии ISO 14000;
- стандарты ГОСТ РВ.

Проведен анализ форматов структуры указанных вариантов систем стандартизации. Первый вариант содержит следующие группы документов:

- термины, определения и принципы системы (ISO 9000);
- основные требования и рекомендации (ISO 9001, ISO 9004);
- рекомендации по реализации отдельных подсистем (ISO 10006 СМК.

Руководство по менеджменту качества проектов; ISO 10007 СМК. Руководство по менеджменту конфигурации; ISO 10014. Менеджмент качества. Руководство по

реализации финансовых и экономических преимуществ; ISO 10015. Менеджмент качества. Руководство по обучению; ISO 10018. Менеджмент качества. Руководство по вовлечению и компетентности персонала);

– рекомендации по реализации отдельных элементов системы (ISO 10001, ISO 10002, ISO 10003, ISO 10004 и ISO 10008 Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей; ISO 10005. СМК. Руководство по программам качества; ISO 10012. Управление системами измерения. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию; ISO/TR 10013. Руководство по документированию системы менеджмента качества; ISO/TR 10017. Руководство по статистическим методам; ISO 10019. Руководство по выбору консультантов по системам менеджмента качества и использованию их услуг).

Положительным аспектом применения такой формы структуры является простота использования и наличие значительного опыта реализации такого формата при построении системы стандартизации менеджмента организаций. Отрицательным моментом является отсутствие учета специфики построения экономики замкнутого цикла, в частности, особенностей применения дифференцированных управленческих подходов на различных этапах жизненного цикла продукции и ресурсов.

Второй вариант формы структуры системы стандартизации основан на классификации стандартов экологического менеджмента. Основанием для классификации была выбрана принадлежность к конкретным подсистемам экологического менеджмента: управленческая, ресурсная, основные процессы жизненного цикла продукции, системы мониторинга. Результатом классификации стал следующий набор групп стандартов:

- требования к системе управления.
- аудит и оценка системы управления.
- оценка жизненного цикла.
- количественная оценка эффективности и результативности.
- экологическая отчетность.
- экологические требования к проектированию.

– управление отдельными видами негативного воздействия на окружающую среду (НВОС).

– экологические этикетки и декларации.

Применение такого формата обладает рядом преимуществ. В частности, учитывается специфика экономики замкнутого цикла в части описания жизненных циклов продукции и ресурсов, реализации проектного подхода и обеспечения прозрачности отчетности как инструмента подтверждения результативности. Недостатком являются значительное количество и разнообразие стандартов.

Специфика формата серии военных стандартов ГОСТ РВ, относящихся к постановке продукции на производство, заключается в жестком документальном закреплении требований к подавляющему большинству процессов системы управления. Структура формируется на основе процессного подхода и регламентирует отдельные процессы и подпроцессы как основного жизненного цикла продукции, так и ресурсного обеспечения. Положительным аспектом такого формата системы стандартизации является значительная детализация требований, позволяющая обеспечить однозначное понимание и построение системы управления и подтвердить ее возможности и результативность. Отрицательным моментом являются снижение гибкости управления при применении такого подхода и сокращение возможностей обеспечивать инновационный путь развития.

Как видно из представленного выше анализа и описания специфики экономики замкнутого цикла, приведенного в разделе 1.2, наиболее подходящим форматом представления системы стандартизации будет являться вариант формата ISO 14000 с отдельными элементами ISO 9000 и ГОСТ РВ 0015. В частности, помимо основных требований к процессам трансформации от линейной к замкнутой экономике и к построению системы управления организациями замкнутого цикла, необходимо разработать стандарты к каждому этапу жизненного цикла продукции и услуг. Кроме того, значимыми элементами СС ЭЗЦ должны стать документы стандартизации в области обеспечения

достоверности и прозрачности экологической и финансовой отчетности, управления конфигурацией, персоналом, а также количественной оценки эффективности и результативности.

Значительное количество элементов проектного управления и инновационного менеджмента в стратегиях экономики замкнутого цикла обосновывает возможность применения стандартов из указанных областей при формировании системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла. Для успешного формирования такой системы необходима в том числе и интеграция с такими документами стандартизации.

Таким образом, предварительный состав системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла будет выглядеть следующим образом:

1. Основные документы.
2. Аудит и оценка соответствия системы управления.
3. Стандарты жизненных циклов продукции и ресурсов.
4. Количественная оценка эффективности и результативности.
5. Управление отдельными стратегиями экономики замкнутого цикла.
6. Стандарты отчетности.

Примерное содержание вышеуказанных групп в виде перечня документов стандартизации формируется по аналогии со стандартами серии ISO 9000 и ISO 14000. В частности, группа «Основные документы» должна содержать традиционные для серии ISO 9000 документы – это «Принципы, термины и определения», «Основные требования к системе управления» и «Рекомендации по совершенствованию системы управления». Кроме того, основываясь на опыте стандартов экологического менеджмента, может быть целесообразным создание стандарта, содержащего рекомендации по выбору оптимальных стратегий и инструментов трансформации системы управления в целях перехода к экономике замкнутого цикла. По аналогии с экологическим менеджментом, в котором элементами приложения усилий по минимизации негативного воздействия на окружающую среду являются экологические аспекты, в системе управления замкнутыми организациями могут стать циркулярные аспекты. В отличие от

экологического менеджмента, где аспектами являются процессы организации, в экономике замкнутого цикла точками приложения усилий являются, помимо процессов, сам продукт, поведение потребителей, социальная структура общества (традиции, мода, тренды) и деятельность других организаций, принимающих участие в реализации отдельных этапов жизненных циклов продукции и ресурсов.

Таким образом, примерный перечень стандартов в первой группе будет следующим:

1. Принципы, термины и определения.
2. Основные требования к системе управления.
3. Рекомендации по совершенствованию системы управления.
4. Рекомендации по определению и оценке циркулярных аспектов организации.

Вторая группа стандартов системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла является традиционной и содержит как минимум два документа: «Оценка соответствия. Руководящие указания по проведению аудита систем менеджмента» [105] и «Рекомендации по проведению аудита интегрированной системы менеджмента организации замкнутого цикла». Второй документ необходим для учета специфики экономических взаимоотношений между субъектами экономики замкнутого цикла, в частности необходимости проверки достоверности представляемых сведений контрагентами при реализации замкнутых циклов на этапе «Эксплуатация» и «Утилизация».

Третья группа документов стандартизации – «Стандарты жизненных циклов продукции и ресурсов» – является наиболее обширной группой по количеству документов и содержит стандарты, включающие требования к реализации отдельных стадий и/или их групп жизненных циклов продукции и ресурсов.

Специфика стандартов данной группы заключается в необходимости интеграции требований документов из разных областей применения в единый документ. Набор стандартов, подлежащих интеграции, специфичен для каждого этапа жизненных циклов продукции и ресурсов.

Первые стадии жизненного цикла продукции связаны с проектированием –

это стадии «Разработка концепта продукта» и «Проектирование продукта». Данные стадии наиболее полно отражают ориентированность экономики замкнутого цикла на инновационный путь развития. Кроме того, они традиционно реализуются в виде отдельных проектов, что обосновывает возможность применения стандартов проектного менеджмента при разработке стандартов, регулирующих данные стадии. Таким образом, инновационный и проектный менеджмент входят в состав требований стандарта на рассматриваемые стадии, что позволяет сформировать интегрированные требования на основе следующих стандартов:

– ГОСТ Р ИСО 56002-2020 Инновационный менеджмент. Системы инновационного менеджмента. Руководящие указания [110].

– ГОСТ Р 58305-2018 Система менеджмента проектной деятельности. Проектный офис [76].

– ГОСТ Р 54869-2011 Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом [45].

– ГОСТ Р 51814.6-2005 Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Менеджмент качества при планировании, разработке и подготовке производства автомобильных компонентов [37].

– ГОСТ Р ИСО 14006-2022 Системы экологического менеджмента. Руководящие указания по включению экологических норм при проектировании [99].

Отдельной стадией ЖЦ продукции, подлежащей стандартизации, является «Постановка на производство». Основной целью является подтверждение возможности производства создавать продукт, соответствующий заявленным требованиям, и обеспечение экологичности производства и ресурсосбережения. Наиболее детальное описание требований к процессу постановки на производство содержится в стандарте ГОСТ РВ 0015-301-2020 «Система разработки и постановки на производство военной техники. Постановка на производство изделий. Основные положения» [114] и частично в ГОСТ Р 51814.6-2005 [37]. Кроме того, для обеспечения экологичности нового производства целесообразно

использовать опыт, обобщенный в таких документах стандартизации, как информационные справочники, в частности справочники наилучших доступных технологий. Это позволит на этапе подготовки производства применить передовые экологически чистые технологии и обеспечить оптимальный уровень ресурсосбережения.

В отличие от справочников наилучших доступных технологий, чьи рекомендации могут быть представлены в стандарте «Постановка на производство» в виде ссылок, стандарты Бережливого производства необходимо использовать в качестве источника требований и интегрировать их в состав рассматриваемого стандарта. Такой подход связан с тем, что отдельные стандарты Бережливого производства на начальном этапе проектирования производственных процессов позволяют обеспечить оптимальное использование человеческих ресурсов. [126]

Перечень стандартов Бережливого производства, применимых на данном этапе, следующий:

– ГОСТ Р 57524-2017 Бережливое производство. Поток создания ценности [73].

– ГОСТ Р 56906-2016 Бережливое производство. Организация рабочего пространства (5S) [67].

– ГОСТ Р 56907-2016 Бережливое производство. Визуализация [68].

Вышеперечисленные стандарты предназначены для обеспечения ритмичности и непрерывности производства за счет выравнивания потока создания ценности, что обосновывает их применение на этапе инжиниринга производственных процессов.

Третьим стандартом из числа документов, регламентирующих управление стадиями жизненного цикла продукции, является стандарт «Создание продукта». Основной целью данного этапа в рамках идеологии экономики замкнутого цикла является обеспечение экологичности и ресурсосбережение, что близко перекликается с целями предыдущего этапа. В то же время существует значимое отличие в применимых стандартах для формирования требований к данному

этапу. Однозначно применимых к данному этапу специализированных стандартов подобрать не удалось, но отдельные стандарты экологического менеджмента и бережливого производства при формировании стандарта «Создание продукта» целесообразно учитывать. Такими стандартами являются:

– ГОСТ Р 59775-2021 Экологический менеджмент. Рекомендации по оценке экологических аспектов устойчивости производственных процессов [79].

– ГОСТ Р 59780-2021 Экологический менеджмент. Рекомендации по определению и оценке экологических аспектов производственных процессов [81].

– ГОСТ Р 56404-2021 Бережливое производство. Требования к системам менеджмента [60].

– ГОСТ Р 56407-2023 Бережливое производство. Основные инструменты и методы их применения [62].

– ГОСТ Р 56908-2016 Бережливое производство. Стандартизация работы [69].

Кроме того, определенный интерес при разработке требований рассматриваемого перечня документов на основе интеграции представляют отраслевые стандарты менеджмента и корпоративные стандарты организаций.

Следующий стандарт содержит требования к стадиям «Реализация продукта» и «Эксплуатация». Целью данного стандарта являются регламентация требований минимизации негативного воздействия на окружающую среду в процессе передачи продукции потребителю и максимизация полезности использования продукта при эксплуатации за счет социально-институциональных инноваций. Достаточно детально процесс передачи продукции прописан в главе 8 стандарта ГОСТ РВ 0015-002-2020 [113], в частности процедуры упаковки, хранения и транспортировки, что позволяет взять его за основу при разработке стандарта на рассматриваемые этапы. Кроме того, отдельные положения стандарта на систему инновационного менеджмента также могут быть использованы при разработке требований к этапу «Эксплуатация». Отдельный интерес представляет стандарт ГОСТ Р ИСО 22095-2023 «Цепочки поставок. Основная терминология и модели» [106], который содержит примеры моделей цепей поставок, позволяющие производителям продемонстрировать соответствие

требованиям, касающимся экологических, социальных аспектов и аспектов, связанных с качеством, что актуально для реализации стратегий экономики замкнутого цикла.

Следующие стадии жизненного цикла продукции из модели функционирования экономики замкнутого цикла являются уникальными для существующих стандартов на системы управления, что затрудняет подбор релевантных документов стандартизации для интеграции. Это стадии «Ремонт», «Восстановление», «Иное использование продукта». Целями данных стандартов являются продление срока службы продукции и сохранение ее ценности на максимально возможный период.

Отдельные требования «военных» стандартов можно использовать в качестве примера разработки положений рассматриваемых стандартов. В качестве примера можно привести следующие документы:

– ГОСТ РВ 0015-702-2019 Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок установления и продления назначенных ресурса, срока службы, срока хранения [115].

– ГОСТ РВ 0015-704-2008 Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Авторский надзор в процессе эксплуатации. Основные положения [116].

– ГОСТ РВ 0028-001-2020 Система технического обслуживания и ремонта техники. Сервисное обслуживание военной техники. Основные положения [117].

Последними стандартами из данной группы предлагаются стандарты, содержащие требования к таким стадиям жизненного цикла ресурсов и материалов, как «Утилизация», «Восстановление материалов и ресурсов» и «Получение энергии». Целью данных документов является формирование требований к координации деятельности различных хозяйствующих субъектов для реализации процессов восстановления ресурсов до первоначального уровня или до уровня возможного повторного использования, а также превращения остатков отходов в энергию. Как видно из заявленной цели, применимыми стандартами для формирования требований рассматриваемого стандарта могут

являться стандарты управления цепочками поставок:

– ГОСТ Р ИСО 22095-2023 Цепочки поставок. Основная терминология и модели [107].

– ГОСТР ИСО 28001-2019 Системы менеджмента безопасности цепи поставок. Наилучшие практики осуществления безопасности цепи поставок, оценки и планов безопасности. Требования и руководство по применению [120].

Следующая группа стандартов нацелена на формирование подсистемы оценки эффективности и результативности систем управления организацией замкнутого цикла и экономикой замкнутого цикла на региональном и национальном уровнях. По аналогии со стандартами экологического менеджмента в рамках достижения поставленной цели необходимо решить две задачи:

1. Сформировать требования к оценке результативности системы управления с выработкой конкретных показателей результативности и порядком их расчета.

2. Разработать критерии оценки эффективности использования ресурсов на всех этапах жизненных циклов продукции и ресурсов.

Актуальность первой задачи заключается в практически полном отсутствии адекватных показателей результативности экономики замкнутого цикла в статистических данных, представляемых организациями. В то же время в настоящее время разработан ряд методик оценки уровня развития организаций замкнутого цикла, которые могут быть использованы для разработки стандартов оценки результативности.

Решение второй задачи предполагает выработку рекомендаций по оценке эффективности использования ресурсов всех видов: материальных, природных, человеческих и энергетических для каждой группы этапов жизненных циклов продукции и ресурсов.

В качестве примера состава данной группы документов можно привести следующие:

1. Количественная оценка эффективности и результативности.

– Оценка результативности организации замкнутого цикла. Руководящие

указания.

– Количественные данные цикличности продуктов и ресурсов. Руководство и примеры.

– Эффективность использования ресурсов. Система ключевых показателей эффективности.

2. Управление отдельными стратегиями ЭЗЦ.

– Руководство по применению организационных мер при реализации стратегии продления жизненного цикла продукции.

– Руководство по применению организационных мер при реализации стратегии повышения эффективности использования продукта.

– Руководство по применению организационных мер при реализации стратегии продления жизненного цикла материалов.

– Руководство по применению организационных мер при реализации стратегий экологизации производственных процессов и ресурсосбережения.

3. Стандарты отчетности.

– Руководящие указания по обеспечению достоверности циркулярной отчетности.

Компаниям, непосредственно участвующим в цепочке поставок (например, производителям, трейдерам, поставщикам логистических и транспортных услуг, розничным торговцам), а также тем, кто инвестирует в такие компании (например, финансовым учреждениям, правительствам), необходима прозрачность для понимания рисков и управления ими, обеспечения качества и содействия внедрению надежной системы цепочки поставок.

Система стандартизации в обеспечении перехода к экономике замкнутого цикла с учетом действующих систем стандартизации на предварительном этапе формирования системы может быть дополнена следующими документами стандартизации:

– порядок разработки продукции с учетом возможности продления ее жизненного цикла, начиная со стадии дизайна;

– порядок разработки эксплуатационных и ремонтных документов;

- особенности технологии рециркулирования;
- особенности технологии рекуперации;
- порядок разработки программ комплексной стандартизации;
- порядок выполнения в ПКС национальных стандартов, входящих в системы и комплексы стандартов;
- порядок включения в ПКС региональных документов по стандартизации;
- методы оценки эффективности отдельных частей экономики замкнутого цикла и системы в целом;
- организация сбора и обработки информации внутри системы экономики замкнутого цикла;
- порядок и этапы цифровизации потока информации в экономике замкнутого цикла;
- оценка степени зрелости процесса;
- рекомендации по мотивации персонала.

Методологические аспекты формирования системы стандартизации, обеспечивающей переход к экономике замкнутого цикла должны учитывать особенности данной концепции, отраженные в моделях, представленных в разделах 2.1 и 2.2. Значительный уровень преемственности данной концепции классическим системам управления, таким как менеджмент качества, экологический и инновационный менеджмента и т.д., обосновывает возможность формирования требований стандартов системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла на основе интеграции положений существующих стандартов соответствующих систем стандартизации и подходов экономики замкнутого цикла.

На основе анализа структур наиболее релевантных систем стандартизации предложена предварительная структура СС ЭЗЦ (таблица 2.3). Для каждой группы стандартов СС ЭЗЦ определены документы стандартизации, которые могут быть использованы в качестве исходных материалов в целях формирования требований на основе интеграции.

Таблица 2.3 – Структура системы стандартизации перехода к экономике 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 эффективности и результативности	<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.

Таблица разработана автором

В итоге можно сделать следующие выводы:

– наиболее подходящим образцом структуры системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла является структура системы экологического менеджмента с элементами структуры системы менеджмента качества.

– основой для формирования системы стандартизации выбран жизненный цикл продукции и ресурсов, представленный в модели рисунок 2.6.

– наличие достаточно большого количества действующих стандартов различных систем менеджмента, релевантных подходам экономики замкнутого цикла, обосновывает возможность их использования в качестве основы для разработки требований стандартов ЭЗЦ.

Выводы по главе

Для формирования адекватной модели функционирования экономики замкнутого цикла было осуществлено целеполагание на основе методов стратегического менеджмента. Выделены группы глобальных и локальных факторов, влияющих как на выбор стратегий трансформации линейной экономики, так и на системы управления экономических субъектов экономики замкнутого цикла. Сформированный граф проблем позволил выявить значимые взаимосвязи внешних и внутренних факторов и определить приоритетные направления трансформации экономики и значимые аспекты системы управления организациями замкнутого цикла. В частности, основными задачами определены:

– обоснование выбора механизма перехода от линейной экономики к экономике замкнутого цикла, построенного на основе анализа отрасли, а также специфики организации и продукта;

– формирование или корректировка стратегии развития организации на основании соответствующих стратегий ЭЗЦ для реализации выбранного механизма перехода к экономике замкнутого цикла.

На основе проведенного сравнительного контекстного анализа принципов циркулярной экономики и их смысловой интеграции предложены обобщенные

принципы экономики замкнутого цикла. Выявленные закономерности в научно обоснованной концепции экономики замкнутого цикла подтверждают достоверность предложенной модели и выделяют специфику данной концепции.

На базе выявленных закономерностей и приоритетов разработана процессная модель трансформации экономики с учетом принципов и подходов экономики замкнутого цикла.

Предложенная автором модель функционирования экономики замкнутого цикла позволяет научно обоснованно подойти к выбору структуры системы стандартизации перехода к ЭЗЦ. Предложенная модель содержит в своей основе стратегии 9R, разработанные Европейской экономической комиссией ООН, и выстроена на базе двух взаимосвязанных жизненных циклов: продукции и ресурсов. Данная модель содержит, помимо физических, поток продукции и ресурсов, также и информационные потоки, направленные на реализацию стратегий экономики замкнутого цикла.

Методологические аспекты формирования системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла должны учитывать особенности данной концепции, отраженные в моделях, представленных в разделах 2.1 и 2.2. Значительный уровень преемственности данной концепции 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 существующих стандартов соответствующих систем стандартизации и подходов экономики замкнутого цикла.

На основе анализа структур наиболее релевантных систем стандартизации предложена предварительная структура СС ЭЗЦ. Для каждой группы стандартов определены документы стандартизации, которые могут быть использованы в качестве исходных материалов в целях формирования требований на основе интеграции.

ГЛАВА 3. НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ ДЛЯ ПЕРЕХОДА К ЭКОНОМИКЕ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА

3.1. Определение целей и задач формирования системы стандартизации обеспечения перехода к экономике замкнутого цикла

Для формирования системы стандартизации на основе программного подхода необходимо определить основные цели и задачи данного процесса. В разделе 2.1 автором дан подход к формированию «дерева целей» экономики замкнутого цикла с учетом проблемной ситуации при ее функционировании. В свою очередь целеполагание при формировании системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла является важным этапом планирования процессов ее разработки и позволяет сформулировать желаемое состояние будущей системы.

В отличие от стандартного процесса целеполагания, при котором проблемные вопросы развития и потребности источников целей преобразовываются в согласованные цели, при формировании системы стандартизации автор предлагает 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» [3].
- План мероприятий («дорожная карта») развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года [122].
- ГОСТ Р 1.2-2020 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления, внесения поправок и отмены [31].
- ГОСТ Р 1.5-2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения [32].
- ГОСТ Р 1.14-2017 Стандартизация в Российской Федерации. Программа

национальной стандартизации. Требования к структуре, правила формирования, утверждения и контроля за реализацией [29].

Предлагаемый автором подход основан на выделении из текста приведенных выше документов целей, а затем формулировании наиболее подходящих для СС ЭЗЦ собственных целей.

Обобщенные цели стандартизации, приведенные в Федеральном законе № 162 «О стандартизации в Российской Федерации» [3], представлены следующими позициями:

- «содействие социально-экономическому развитию Российской Федерации;
- содействие интеграции Российской Федерации в мировую экономику и международные системы стандартизации в качестве равноправного партнера;
- улучшение качества жизни населения страны;
- обороны страны и безопасности государства;
- техническое перевооружение промышленности;
- повышение качества продукции, выполнения работ, оказания услуг и повышение конкурентоспособности продукции российского производства» [3].

В нормативном правовом акте «План мероприятий («дорожная карта») развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года» [122] содержатся следующие цели:

- «совершенствование государственного регулирования в сфере стандартизации, а также методологии стандартизации;
- совершенствование инфраструктуры национальной системы стандартизации, создание национального института стандартизации;
- сокращение сроков разработки и принятия документов по стандартизации, а также расширение их видов;
- внедрение и развитие информационных технологий разработки (актуализации) документов по стандартизации и их информационного обеспечения;
- перевод отдельных видов документов национальной системы

стандартизации в «машиночитаемый формат», обеспечивающий их преобразование и обработку для применения машинами (производственными системами и комплексами);

– совершенствование информационного обеспечения заинтересованных лиц документами по стандартизации на основе лучших международных практик и обеспечение доступа к документам по стандартизации;

– актуализация Федерального информационного фонда стандартов;

– мониторинг эффективности и результативности применения документов по стандартизации производителями (потребителями) продукции, включая степень их реализации в достижении запланированных результатов;

– совершенствование ресурсного обеспечения работ по стандартизации, включая кадровое и научное» [122].

Анализ представленных целей позволяет выделить и сформулировать соответствующие цели построения системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла. Так, цели по содействию социально-экономическому развитию и интеграции Российской Федерации в мировую экономику являются общепринятыми и не требуют дополнительного обоснования для их принятия в качестве целей построения системы стандартизации перехода к ЭЗЦ. Цель – улучшение качества жизни населения – релевантна основным целям экономики замкнутого цикла в рамках частичной реализации задач устойчивого развития в части реализации экономической и экологической составляющих. Это также обосновывает данную цель, как цель построения системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла. Цели «обеспечение обороны страны и безопасности государства» и «техническое перевооружение промышленности» лишь косвенно можно достичь в рамках трансформации линейной экономики в циркулярную, что позволяет исключить их из перечня целей построения системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла.

На основе целей Плана мероприятий «дорожной карты» можно сформулировать дополнительные цели формирования системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла. Из всего перечня целей «дорожной

карты» только две первых цели могут быть спроецированы на рассматриваемую систему. Остальные цели в большей степени являются внутренними и направлены на решение проблем развития национальной системы стандартизации. Таким образом, для системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла цели будут звучать следующим образом:

- совершенствование государственного регулирования;
- совершенствование инфраструктуры.

Из рассмотренных правовых и нормативных актов определим следующие цели:

- содействие социально-экономическому развитию Российской Федерации;
- содействие интеграции Российской Федерации в мировую экономику и международные системы стандартизации в качестве равноправного партнера;
- улучшение качества жизни населения страны за счет стандартизации и унификации подходов к формированию и управлению экономикой замкнутого цикла;
- совершенствование государственного регулирования;
- совершенствование инфраструктуры.

Вышеперечисленные цели в основном направлены на внешнюю среду системы стандартизации.

Для формулирования внутренних, с точки зрения формирования системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла, целей необходимо проанализировать функционал системы стандартизации, который выражен в определении национальной системы стандартизации, приведенном в Федеральном законе № 162. Анализ данного определения позволил выделить значимые аспекты национальной системы стандартизации:

- механизм обеспечения согласованного взаимодействия;
- участники работ по стандартизации;
- реализация принципов стандартизации;
- использование нормативно-правового, информационного, научно-методического, финансового и иного ресурсного обеспечения.

Основываясь на данном функционале системы стандартизации, можно сформулировать цели и задачи формирования системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла. Первая цель в данном случае будет звучать как разработка механизма обеспечения согласованного взаимодействия всех участников экономики замкнутого цикла. Упоминание участников процессов стандартизации обосновывает необходимость определения участников-субъектов экономики замкнутого цикла с указанием их роли и ответственности.

Формулирование целей, касающихся реализации принципов стандартизации, целесообразно осуществить конкретно по каждому принципу. Всего федеральный закон формулирует 10 принципов стандартизации. Из них выделим те, которые соответствуют целям разработки системы стандартизации перехода к ЭЗЦ:

- добровольность применения документов по стандартизации;
- обеспечение комплексности и системности стандартизации, преемственности деятельности в сфере стандартизации;
- обеспечение соответствия общих характеристик, правил и общих принципов, устанавливаемых в документах национальной системы стандартизации, современному уровню развития науки, техники и технологий, передовому отечественному и зарубежному опыту;
- унификация разработки документов по стандартизации;
- непротиворечивость документов по стандартизации;
- доступность информации о документах по стандартизации.

Рассматривая данные принципы и соотнося их с подходами экономики замкнутого цикла, сформулируем требования к процессу построения системы стандартизации в следующем виде:

- обеспечить устойчивое развитие при применении требований стандартов на основе добровольности;
- разработать стандарты на основе учета всех составляющих модели экономики замкнутого цикла;
- при разработке стандартов экономики замкнутого цикла определить

передовые инновационные стратегии и механизмы трансформации экономики;

– разработать единый формат документов стандартизации для стандартов жизненных циклов продукции и ресурсов с учетом подходов структуры высокого уровня.

В свою очередь основополагающий стандарт ГОСТ Р 1.2-2020 [31], содержащий набор требований к разработке национальных стандартов, позволяет конкретизировать и дополнить вышеуказанные требования, а также реализовать четвертый аспект из определения национальной системы стандартизации. Проанализировав п. 4.3. данного стандарта, выделим требования, соответствующие целям нашего исследования.

Необходимость основываться на «достижениях науки, техники, технологий, относящихся к данному объекту и/или аспекту стандартизации» [31] при разработке требований и правил, является способом реализации принципов стандартизации. Это требование было учтено нами выше. В то же время рекомендация учитывать опыт применения международных стандартов и сводов правил, «если такое применение возможно и соответствует экономическим, техническим, технологическим, климатическим и географическим особенностям Российской Федерации», целесообразно применить для формирования дополнительной цели построения СС ЭЗЦ. Пункт 4.3.1 ГОСТ Р 1.2-2020 [31] содержит ограничения, которые необходимо применять при разработке стандартов и в основном связаны с особенностями нормативного регулирования в Российской Федерации в части разграничения полномочий и областей применения. Все эти ограничения можно представить в виде одного требования – документы стандартизации СС ЭЗЦ не должны противоречить законодательству РФ, нормативно-правовым актам органов исполнительной власти РФ и ее субъектов, а также дублировать нормы законодательства РФ.

Требования пункта 4.3.2. основополагающего стандарта представляют собой проекцию правил целеполагания, так называемое «смартирование» целей, при реализации которых обеспечивается «качество» целей. Так, SMART-подход в целеполагании содержит следующие правила постановки целей:

– конкретность, однозначность формулировок;

- измеримость цели;
- достижимость;
- непротиворечивость уже существующим целям и целям высшего уровня;
- срочность.

Эти правила обеспечивают качество разработки стандартов.

В частности, требование увязки положений разрабатываемых стандартов с уже существующими документами стандартизации и техническими регламентами соответствует правилу «непротиворечивость» в SMART-подходе. Требование «проверяться объективными методами» – правилу «измеримость». Требование краткого, точного, логически последовательного и не допускающего различные толкования изложения требований стандарта соответствует правилу «конкретность». Таким образом, можно сделать вывод, что вышеуказанные требования следует применять в качестве коррекции ранее сформулированных целей или, как максимум, можно сформулировать следующую цель: при разработке стандартов экономики замкнутого цикла обеспечить конкретность, объективную измеримость и непротиворечивость существующим документам стандартизации и нормативно-правовым актам разрабатываемых требований.

Рекомендации, изложенные в пункте 4.3.3, рассматриваемого стандарта, были учтены в ходе формулирования представленных ранее целей.

Стандарт ГОСТ Р 1.5-2012 [32] содержит формальные правила разработки и оформления стандартов, а также правила изложения требований. Целевой направленности данный документ не имеет, но необходимость учета его требований может быть включена в предыдущую цель создания СС ЭЗЦ.

Завершающий документ, который может послужить источником целей формирования системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла, – это основополагающий стандарт ГОСТ Р 1.14-2017 «Стандартизация в Российской Федерации. Программа национальной стандартизации. Требования к структуре, правила формирования, утверждения и контроля за реализацией» [29]. Частично целеполагание на основе данного документа автором было осуществлено при анализе «дорожной карты» развития стандартизации в

Российской Федерации на период до 2027 года.

Программа стандартизации является неотъемлемой частью процесса разработки системы стандартизации перехода к ЭЗЦ, а анализ самого стандарта ГОСТ Р 1.14-2017 позволил определить необходимую последовательность действий в рамках данного процесса. Данная последовательность изложена в пункте 4.2.1 ГОСТ Р 1.14-2017 и предписывает осуществление следующих этапов:

- «определение приоритетных направлений стандартизации на планируемый период;
- директивное указание о начале разработки проекта Программы национальной стандартизации (далее – ПНС);
- сбор предложений для внесения в проект ПНС;
- рассмотрение и анализ предложений;
- формирование проекта ПНС;
- утверждение ПНС и обеспечение ее доступности» [29].

Анализ представленных этапов с учетом специфики задач создания системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла позволяет сформулировать ряд дополнительных внутренних целей рассматриваемого процесса. Так, этап «определение приоритетных направлений стандартизации на планируемый период» соответствует цели «формирование последовательности разработки стандартов ЭЗЦ с учетом их приоритетности». Этап «сбор предложений для внесения в проект ПНС» предполагает определение участников процесса создания СС ЭЗЦ, примерный перечень которых может быть сформирован на основании требований части 5 ГОСТ Р 1.14-2017. В соответствии с требованиями данной главы участниками процесса создания ПНС являются технические комитеты по стандартизации, научно-исследовательские организации и федеральные органы исполнительной власти. Цель, соответствующую данному этапу, сформулируем следующим образом: определить участников процесса создания системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла из состава технических комитетов по стандартизации, научно-исследовательские организации и федеральные органы исполнительной власти.

Три последующих этапа по сбору предложений по проекту ПНС, их рассмотрение и анализ, а также формирование проекта определяют следующую цель: сформировать проект программы стандартизации экономики замкнутого цикла на основе предложений участников процесса создания СС ЭЗЦ.

Основным результатом представленной деятельности должна стать адекватная и эффективная система стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла, что является главной целью данного процесса и обосновывает основную цель процесса создания СС ЭЗЦ – формирование комплексной программы стандартизации экономики замкнутого цикла.

В целях систематизации результатов целеполагания требуется представить сформированные выше цели в виде комплекса взаимозависимых элементов. Первичная группировка целей на внутренние и внешние дополняется группой организационных целей.

Весь перечень установленных целей создания системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла выглядит следующим образом:

- 1) содействие социально-экономическому развитию Российской Федерации;
- 2) содействие интеграции Российской Федерации в мировую экономику и международные системы стандартизации в качестве равноправного партнера;
- 3) улучшение качества жизни населения страны за счет стандартизации и унификации подходов к формированию и управлению экономикой замкнутого цикла;
- 4) совершенствование государственного регулирования в сфере стандартизации экономики замкнутого цикла;
- 5) совершенствование инфраструктуры системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла;
- 6) разработка механизма обеспечения согласованного взаимодействия всех участников экономики замкнутого цикла;
- 7) обеспечить устойчивое развитие при применении требований стандартов на основе добровольности;

8) разработать стандарты на основе учета всех составляющих модели экономики замкнутого цикла;

9) при разработке стандартов ЭЗЦ определить передовые инновационные стратегии и механизмы трансформации экономики;

10) разработать единый формат документов стандартизации для стандартов жизненных циклов продукции и ресурсов с учетом подходов структуры высокого уровня;

11) при создании документов СС ЭЗЦ обеспечить отсутствие противоречий законодательству РФ, нормативно-правовым актам органов исполнительной власти РФ и ее субъектов, а также дублирования норм законодательства РФ;

12) при разработке стандартов экономики замкнутого цикла обеспечить конкретность, объективную измеримость и непротиворечивость существующим документам стандартизации и нормативно-правовым актам разрабатываемых требований;

13) формирование последовательности разработки стандартов ЭЗЦ с учетом их приоритетности;

14) определить участников процесса создания СС ЭЗЦ из состава технических комитетов по стандартизации, научно-исследовательские организации и федеральные органы исполнительной власти;

15) сформировать проект программы стандартизации экономики замкнутого цикла на основе предложений участников процесса создания СС ЭЗЦ;

16) формирование программы комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла.

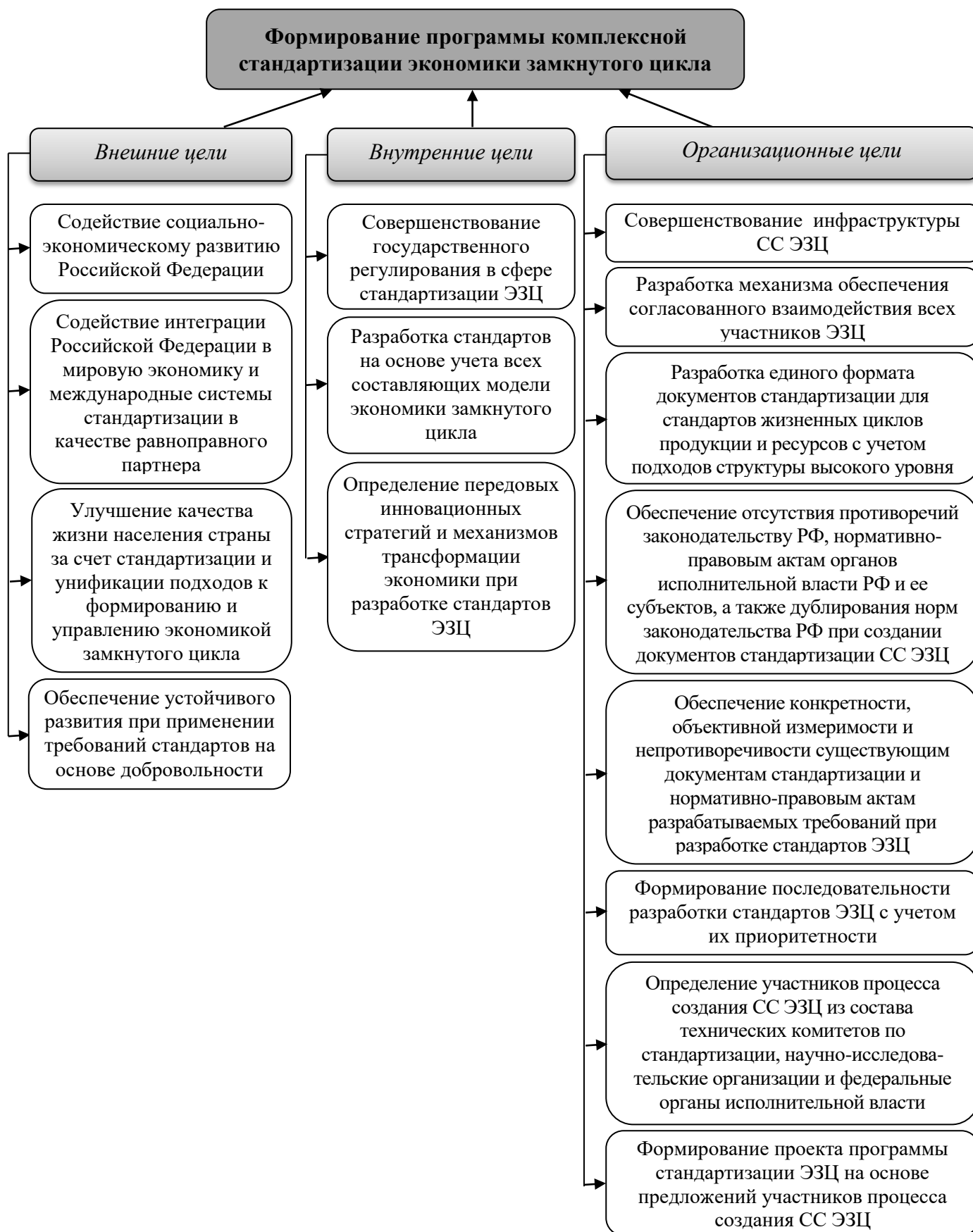


Рисунок 3.1 – Классификация целей создания системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла

(разработан автором)

Классификация вышеуказанных целей по трем группам представлена на рисунке 3.1. Внешние цели направлены на обеспечение социально-экономического развития Российской Федерации и достижение глобальных целей устойчивого развития. Внутренние цели обеспечивают развитие национальной системы стандартизации и реализацию общих принципов стандартизации. Организационные цели направлены на формирование адекватной системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла на основе выполнения требований к разработке документов стандартизации.

Представленная группировка целей позволяет расставить приоритеты и последовательность их реализации, что дает возможность сформировать алгоритм разработки и выполнения комплексных программ стандартизации экономики замкнутого цикла [134].

Подведем итоги целеполагания при создании системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла. В качестве ее основы были взяты нормативно-правовые акты Российской Федерации и основополагающие стандарты национальной системы стандартизации с учетом графа проблем. По результатам анализа вышеуказанных документов было сформировано «дерево целей», основной целью выбрано «формирование программы комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла». Цели второго уровня классифицированы по трем группам в зависимости от их направленности: внешние цели, внутренние цели и организационные цели. Внешние цели направлены на обеспечение социально-экономического развития Российской Федерации 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 перехода к экономике замкнутого цикла на основе выполнения требований к разработке документов стандартизации.

3.2. Методика создания системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла на основе программного подхода

Процесс создания системы стандартизации характеризуется сложностью и необходимостью учета всех составляющих объекта стандартизации. Практика стандартизации сложных объектов строится на основе разработки и реализации программ стандартизации. Определение «программы стандартизации», данное в Федеральном законе 162-ФЗ, акцентирует внимание на том, что этот документ предусматривает «разработку на перспективу (с учетом целей и направлений развития стандартизации) документов по стандартизации». Выделяют три вида стандартизации: комплексная, опережающая и перспективная, реализуемые посредством программного подхода [145; 146]. Последний вид является основным вариантом организации процессов стандартизации в отношении наиболее актуальных объектов стандартизации. В настоящее время в Российской Федерации реализуется 19 перспективных программ стандартизации в области: аддитивных технологий; «умных» домов и зданий; дорожного хозяйства; гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций; товаров и услуг для детей; медицинских изделий; беспилотных авиационных систем; интеллектуальных транспортных систем; спортивной продукции, а также по приоритетным направлениям «Системы накопления энергии» и «Искусственный интеллект». Объединяющим элементом всех вышеперечисленных программ является то, что все они разработаны во исполнение федеральных проектов или государственных программ. Классическое определение понятия «перспективная стандартизация» в качестве объекта стандартизации устанавливает однородную продукцию, что не позволяет напрямую соотнести такой подход к процессу создания системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла.

Более широко к определению объекта стандартизации подходит комплексная стандартизация, которая представляет собой «целенаправленное и планомерное установление и применение системы взаимоувязанных требований

как к самому объекту стандартизации в целом и его основным элементам, так и к материальным и нематериальным факторам, влияющим на объект, в целях обеспечения оптимального решения конкретной проблемы» [145; 146].

Опыт системного подхода к нормативному регулированию экономически важных направлений деятельности народного хозяйства нашел отражение в руководящих документах, входящих в сборник методических документов по программам комплексной стандартизации продукции. В частности, «Методические указания по разработке программ комплексной стандартизации продукции» РД 50-158-82 устанавливают единый порядок разработки и выполнения программ комплексной стандартизации продукции. Несмотря на то, что данный документ в 2021 году был отменен, его отдельные положения сохраняют свою актуальность и могут быть частично использованы для целей реализации программного подхода к созданию системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла.

В качестве основы создания программ комплексной стандартизации указанный документ определяет «целевые комплексные народнохозяйственные программы и общесоюзные научно-технические программы», что в настоящее время, в определенной степени, соответствует федеральным проектам и государственным программам Российской Федерации. Следовательно, сущностью комплексной стандартизации являются систематизация, оптимизация и увязка всех взаимодействующих факторов, влияющих на объект стандартизации. Комплексная стандартизация позволяет создавать совокупность «согласованных между собой нормативно-технических документов по стандартизации, регламентирующих нормы и требования к взаимосвязанным объектам стандартизации».

Опережающая стандартизация, делающая акцент на «установлении повышенных по отношению к уже достигнутому на практике уровню норм, требований к объектам стандартизации, которые, согласно прогнозам, будут оптимальными в последующее планируемое время», лишь частично подходит для создания системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла

вследствие отсутствия достаточного числа адекватных данных относительно параметров экономики замкнутого цикла.

Методические указания РД 50-158-82 различают систему программ, обеспечивающую нормативно-техническое регулирование комплексных целевых программ развития, и отдельные программы комплексной стандартизации, направленные на регламентацию конкретных групп продуктов. В состав системы программ стандартизации входят:

- «программы комплексной стандартизации продукции;
- программы унификации продукции машиностроения, имеющей важнейшее народнохозяйственное значение;
- программы метрологического обеспечения (отраслей народного хозяйства, а также по видам и областям измерений)» [198].

Использовать напрямую представленные в методических указаниях подходы нецелесообразно в силу отличия в объектах стандартизации. В РД 50-158-82 объектами стандартизации являются группы однородных продуктов и сопутствующие объекты производственной инфраструктуры и систем мониторинга. Объектами стандартизации при создании системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла являются социально-экономические, управленческие и производственные отношения, возникающие в процессе создания и потребления продукции и услуг с учетом инновационных подходов к всеобщему ресурсосбережению. Данное различие требует адаптации и расширения требований к формированию системы программ комплексной стандартизации, способствующей достижению целей построения системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла.

В частности, поскольку основным объектом стандартизации выбраны социально-экономические отношения, то закономерным является определение в качестве первого блока программ, направленных на разработку общесистемных стандартов, на системы управления деятельностью хозяйствующих субъектов, а также стандартов на процессы отдельных этапов жизненного цикла продукции и ресурсов.

Вторым блоком программ комплексной стандартизации, в отличие от указаний РД 50-158-82, которые акцентируют внимание в данном случае на средства производства, целесообразно выбрать разработку стандартов на организацию и реализацию производственных процессов линейных этапов жизненного цикла ресурсов (рисунок 2.2). Данный выбор обосновывается необходимостью учета производителями сырья и материалов специфики производственных процессов их потребителей, возникающей вследствие перехода к материало- и энергосберегающим технологиям. Третий блок программ связан со стандартизацией процессов мониторинга, и применительно к достижению основной цели такой программ стандартизации должна быть направлена на формирование систем комплексной оценки эффективности и результативности деятельности организаций и экономики замкнутого цикла в целом.

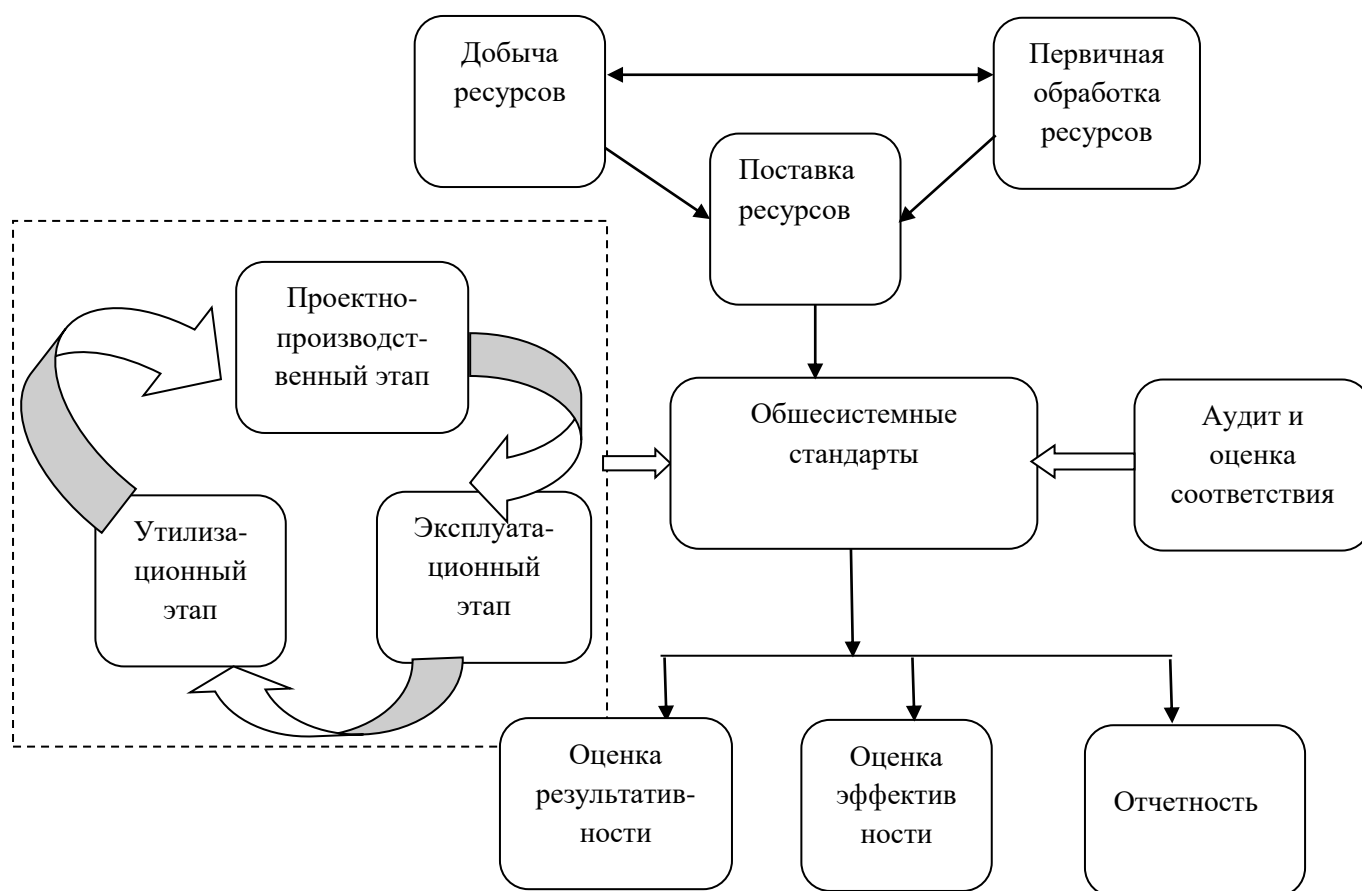


Рисунок 3.2 – Схема комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла
(разработан автором)

Обобщенная схема комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла представлена на рисунке 3.2. Таким образом, автор предлагает следующий

состав системы программ:

– Программы комплексной стандартизации экономики замкнутого этапов жизненных циклов продукции и ресурсов.

– Программа комплексной стандартизации процессов создания сырья и материалов.

– Программа комплексной стандартизации методов оценки эффективности и результативности систем управления организаций замкнутого цикла и экономики замкнутого цикла в целом. [134]

Реализация системы программ комплексной стандартизации направлена на решение задач обеспечения и развития экономики замкнутого цикла и содержит следующие аспекты:

– согласование подходов экономики замкнутого цикла с требованиями существующих стандартов менеджмента (качества, экологического, инновационного, проектного, Бережливого производства и других);

– согласование требований к процессам этапов жизненного цикла продукции с положениями общесистемных стандартов экономики замкнутого цикла;

– согласование между собой требований к процессам разных этапов жизненного цикла продукции;

– согласование сроков введения в действие документов стандартизации, входящих в единый комплекс.

Понимание того, что формируемая система стандартизации предназначена для обеспечения системной и комплексной трансформации экономических процессов на основе принципов и подходов экономики замкнутого цикла, обосновывает необходимость использования инструментов перспективной стандартизации. Анализируя опыт формирования упомянутых выше перспективных программ стандартизации, можно увидеть, что основной тип таких программ направлен на формирование перспективных требований на однородную продукцию с целью обеспечения выпуска отечественной продукции, соответствующей высшему мировому уровню. Краткий анализ этих программ

выявил некоторые общие подходы:

– основанием для разработки перспективных программ стандартизации (ППС) являются национальные проекты и/или государственные программы, а также стратегии развития групп продуктов;

– целями ППС являются обеспечение выполнения конкретных пунктов государственных программ;

– содержание ППС структурировано путем внутренней группировки на основе стадий жизненного цикла продукции;

– разработчиками программ выбираются профильные технические комитеты стандартизации, некоммерческие объединения соответствующей направленности и/или крупные государственные и негосударственные корпорации.

Особенности и масштаб необходимых преобразований в национальной системе стандартизации, требуемых при создании системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла, обосновывают одновременное применение подходов комплексной и перспективной стандартизации.

Основываясь на структуре действующих перспективных программ стандартизации, на первом этапе необходимо осуществить обоснование их разработки и сформулировать предпосылки к созданию программ.

В качестве обоснования разработки были проанализированы действующие национальные и федеральные проекты, а также государственные программы.

В настоящее время в Российской Федерации реализуется федеральный проект «Экономика замкнутого цикла» [206]. Он осуществляется в рамках государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды» [9], сроки реализации проекта обозначены периодом с 2022 по 2030 год. Данный федеральный проект включает шесть направлений:

1. Сокращение образования отходов.
2. Создание инфраструктуры по сбору отходов для вторичной переработки.
3. Стимулирование использования вторичных ресурсов.

4. Ограничение оборота неэкологичной упаковки.
5. Создание системы прослеживаемости движения отходов.
6. Экологическое просвещение.

Анализ плана реализации Федерального проекта «Экономика замкнутого цикла» выявил следующие особенности: главный акцент сделан на формировании нормативной базы регулирования процессов вторичного использования отходов производства и потребления, повышении доли вовлеченных в хозяйственный оборот отходов и вторичных ресурсов на основе отраслевых программ, а также формировании необходимой инфраструктуры для переработки отходов и вторичного использования ресурсов: экотехнопарков, перерабатывающих мощностей, цифровых моделей и логистической поддержки системы.

К сожалению, данный Федеральный проект практически не уделяет внимание вопросам обеспечения высокого уровня результативности внедрения модели и стратегий экономики замкнутого цикла на основе стандартизации. Единственное упоминание документов стандартизации, присутствующее в блоке «Созданы правовые и экономические условия для внедрения принципов экономики замкнутого цикла в производстве и потреблении», касается изменений в техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности упаковки» (ТР ТС 005/2011) в части установления запрета на «неэкологичные» товары и упаковку, включая оценку регулирующего воздействия.

Более конкретные мероприятия по совершенствованию системы стандартизации приведены в отраслевых программах развития, являющихся одним из средств реализации федерального проекта. Согласно плану реализации предусмотрена разработка четырех отраслевых программ:

- Применение альтернативного топлива из отходов в промышленном производстве на 2022–2030 годы.
- Применение вторичных ресурсов и вторичного сырья из отходов в промышленном производстве.
- Применение вторичных ресурсов, вторичного сырья из отходов в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства на 2022–2030 годы.

– Применение вторичных ресурсов и вторичного сырья из отходов в сфере сельского хозяйства на 2022–2030 годы.

Содержательный анализ данных программ показал наличие в соответствующих «дорожных картах» конкретных мероприятий по созданию или совершенствованию стандартов для отраслей и стандартов на продукцию.

Таблица 3.1 – Анализ отраслевых программ федеральных проектов

Отраслевая программа	Пункты «дорожной карты»	Исполнители
Применение альтернативного топлива из отходов в промышленном производстве на 2022–2030 годы [186]	<p>1. Актуализирован информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 6-2015 «Производство цемента».</p> <p>2. Подготовлены предложения по разработке документов национальной системы стандартизации в части применения альтернативного топлива из отходов.</p>	<p>Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, ППК «Российский экологический оператор», заинтересованные федеральные органы исполнительной власти.</p>
Применение вторичных ресурсов и вторичного сырья из отходов в промышленном производстве [187]	<p>1. Разработка и утверждение перспективной программы стандартизации по направлению применения вторичных ресурсов, вторичного сырья и продукции, произведенной из вторичного сырья.</p> <p>2. Актуализация информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме технических способов)».</p>	<p>Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, ППК «Российский экологический оператор», Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.</p>

<p>Применение вторичных ресурсов, вторичного сырья из отходов в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства на 2022–2030 годы [188]</p>	<p>1.5. Подготовка предложений по актуализации существующих национальных стандартов и разработке новых национальных стандартов Российской Федерации для продукции (материалов) с содержанием вторичных ресурсов и вторичного сырья из строительных отходов, отходов от дорожного строительства и жилищно-коммунального хозяйства.</p>	<p>ППК «Российский экологический оператор», Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, Министерство транспорта Российской Федерации.</p>
<p>Применение вторичных ресурсов и вторичного сырья из отходов в сфере сельского хозяйства на 2022–2030 годы [189]</p>	<p>1. Актуализация информационно-технических справочников ИТС 41-2017 «Интенсивное разведение свиней», ИТС 42-2017 «Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы» в части технологий по утилизации побочных продуктов животноводства, образующихся в сфере сельского хозяйства. 2. Актуализация информационно-технического справочника ИТС НДТ 44-2017 «Производство продуктов питания», в том числе в части технологий по утилизации побочных продуктов переработки сахарной свеклы.</p>	<p>Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.</p>

Таблица разработана автором

Из приведенной таблицы следует, что системный, комплексный подход к разработке соответствующих стандартов присутствует только в одной отраслевой

программе («Применение вторичных ресурсов и вторичного сырья из отходов в промышленном производстве»). Остальные отраслевые программы содержат пункты о подготовке предложений по актуализации существующих и/или разработке новых стандартов, а в отдельном случае присутствует указание на необходимость актуализации частных информационно-технических справочников наилучших доступных технологий. Все это не позволяет напрямую использовать данные документы для обоснования разработки не только системы комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла, но и отдельных перспективных программ стандартизации.

В ходе анализа реализуемости целей федерального проекта «Экономика замкнутого цикла» автор исследовал соответствие планируемых результатов проекта заявленным целям проекта, а также основным задачам процессов перехода к экономике замкнутого цикла, для чего были рассмотрены ключевые показатели результативности проекта.

Основной целью федерального проекта заявлено: «увеличение доли использования вторичного сырья в производстве продукции и товаров». Главные количественные показатели проекта демонстрируют основные направления деятельности:

- увеличение доли вторичного использования ресурсов в экономике до 32 %;
- увеличение доли утилизации упаковки до 85 %.

Первый показатель является обобщенным критерием оценки уровня использования вторичного сырья в российской экономике, и требует формирования адекватной методики его расчета с учетом вклада приоритетных отраслей. Разработка такой методики предусмотрена одним из мероприятий «дорожной карты» проекта (Методика расчета показателя «Индекс использования вторичных материальных ресурсов и сырья из отходов в отраслях экономики»). К сожалению, данный показатель лишь частично отражает прогресс трансформации экономики и не позволяет учесть уровень ресурсосбережения на проектно-производственных этапах и степень «ответственности» потребления на

эксплуатационных стадиях жизненного цикла продукции.

Второй показатель является частным и отражает результативность мер по сокращению использования неэкологичной упаковки, что в определенной степени способствует минимизации количества отходов, размещаемых на полигонах. Выбор данного показателя основан на привязке к показателям государственной программы «Охрана окружающей среды», на достижение которых влияет федеральный проект:

1. Доля направленных на захоронение ТКО, в том числе прошедших обработку (сортировку), в общей массе образованных ТКО: создание устойчивой системы обращения с ТКО, обеспечивающей сортировку ТКО в размере 100 % и снижение объема направляемых на полигоны в два раза.

2. Индекс использования вторичных ресурсов и сырья из отходов в отраслях экономики.

Таким образом, автор показал значительную ограниченность целей и задач федерального проекта, что не в полной мере отражает сущность подходов экономики замкнутого цикла и обосновывает необходимость расширения спектра государственных программных подходов при реализации перехода российской экономики к экономике замкнутого цикла.

Помимо федерального проекта «Экономика замкнутого цикла» [206], в Российской Федерации реализуется ряд схожих программных документов, косвенным образом влияющих на формирование экономики замкнутого цикла. Это федеральные проекты, которые являются инструментами реализации национальных проектов «Экология» [19] и «Производительность труда» [13]. В частности, федеральный проект «Комплексная система обращения с ТКО» [14] направлен на минимизацию захоронения отходов и создание инфраструктуры для их утилизации, федеральный проект «Чистая страна» [11] – на рекультивацию свалок, а снижение отходов и рациональное использование ресурсов в промышленности за счет совершенствования управления производством и цепочками поставок – задача федерального проекта «Бережливое производство».

Результаты анализа в целом всех программных документов, прямо или

косвенно затрагивающих вопросы перехода к экономике замкнутого цикла, позволили сделать следующие выводы:

- ни один из проанализированных федеральных проектов не содержит мероприятий, направленных на формирование системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла;

- ряд отраслевых программ, являющихся инструментами реализации федеральных проектов, содержат отдельные мероприятия, направленные на формирование отраслевых стандартов или стандартов на однородную продукцию;

- при наличии в федеральных проектах мероприятий по совершенствованию нормативно-правовой базы, регламентирующей отдельные аспекты экономики замкнутого цикла, в указанных проектах и их «дорожных картах» отсутствуют цели, задачи и мероприятия по обеспечению системного и комплексного подхода к управлению ЭЗЦ на основе стандартизации;

- совокупные цели проанализированных федеральных проектов частично соответствуют глобальной цели построения экономики замкнутого цикла и недостаточны для ее реализации.

Основываясь на полученных выводах, автор показал недостаточность имеющихся программных документов для адекватной и полной перестройки российской экономики в целях обеспечения полноценного функционирования замкнутых биологических и технологических циклов. Для достижения такой 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. Формулировка этих групп программ с учетом подходов перспективной стандартизации выглядит следующим образом:

– перспективные программы комплексной стандартизации экономики замкнутого этапов жизненных циклов продукции и ресурсов;

– перспективная программа комплексной стандартизации процессов создания сырья и материалов;

– перспективные программы комплексной стандартизации методов оценки эффективности и результативности систем управления организаций замкнутого цикла и экономики замкнутого цикла в целом.

Состав данных групп программ с учетом схемы комплексной стандартизации (рисунок 3.2) и модели экономики замкнутого цикла (рисунок 2.3) представлен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – 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 эффективности и результативности систем управления организаций замкнутого цикла и экономики замкнутого цикла в целом	1. Перспективная программа комплексной стандартизации методов оценки эффективности и результативности экономики замкнутого цикла. 2. Перспективная программа комплексной стандартизации систем отчетности организаций замкнутого цикла.

Таблица разработана автором

Выделение отдельных программ в первой и третьей группах связано со значительным отличием входящих в них программ по целям, исполнителям и перечням действующих стандартов менеджмента, применимых для формирования требований на основе интеграционного подхода.

Рассмотрим каждую из программ, приведенных в таблице 3.2, на предмет формулирования целей разработки, определения исполнителей и исходных стандартов менеджмента.

Перспективная программа комплексной стандартизации процессов проектно-производственного этапа жизненного цикла экономики замкнутого цикла предназначена для обеспечения комплексного системного подхода к разработке группы взаимосвязанных стандартов на процессы проектирования, постановки на производство новой продукции и ее производства с учетом требований экономики замкнутого цикла. Основными составляющими таких требований на данном этапе являются применение экологичного дизайна, максимизация использования вторичных ресурсов при производстве, сокращение материалоемкости продукции и снижение затрат и трудоемкости при осуществлении ремонтно-восстановительных работ.

Для реального обеспечения разработки перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла необходимо определить основных разработчиков и исполнителей этих программ. Согласно РД 50-158-82 и существовавшей практике назначались ответственные «за разработку

и выполнение программ, их научно-технический уровень, прогрессивность требований, намечаемых к стандартизации, своевременное представление программ на утверждение и регистрацию». Такими ответственными были министерства (ведомства), курирующие соответствующие социально-экономические процессы и отвечающие «за удовлетворение потребностей народного хозяйства и населения в качестве и ассортименте данной продукции». Современные подходы к формированию ответственности министерств и ведомств Правительства Российской Федерации не предполагают непосредственного влияния на деятельность промышленных предприятий. Например, в сферу ответственности Министерства промышленности и торговли РФ входят функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию отдельных отраслей промышленности, а также функции по оказанию государственных услуг, управлению государственным имуществом, связанных с промышленным производством. Все это не позволяет однозначно определить министерство или ведомство, которое должно отвечать за разработку и реализацию отдельных программ стандартизации.

На основании изучения правовой и нормативной базы автор предложил использовать для разработки перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла технические комитеты по стандартизации, функционирующие при Росстандарте, согласно ГОСТ Р 1.1-2020. В их составе в качестве основного координатора разработки системы перспективных программ комплексной стандартизации ЭЗЦ предлагается Технический комитет 483 (ТК 483) «Экономика замкнутого цикла, совокупное потребление и устойчивое финансирование». В Положение и текст вышеупомянутого основополагающего стандарта подготовлены изменения, позволяющие учесть особенности ППКС ЭЗЦ,

Перспективная программа комплексной стандартизации процессов проектно-производственного этапа жизненного цикла экономики замкнутого цикла является примером реализации выдвинутых автором идей.

Основной разработчик данной программы – ТК 483. В качестве

соисполнителей-разработчиков могут быть привлечены следующие технические комитеты:

- ТК 100 «Инновационный менеджмент».
- ТК 205 «Управление проектами».
- ТК 020 «Экологический менеджмент и экономика».
- ТК 076 «Системы менеджмента».
- ТК 409 «Охрана окружающей природной среды».
- ТК 051 «Система конструкторской документации».

Такой выбор возможных соисполнителей обусловлен необходимостью учета при разработке стандартов в рамках данной ППКС, требований действующих документов следующих систем стандартизации:

1. Система менеджмента качества.
2. Инновационный менеджмент.
3. Проектный менеджмент.
4. Система экологического менеджмента.
5. Система разработки и постановки на производство военной техники.
6. Бережливое производство.

Перспективная программа комплексной стандартизации процессов эксплуатационного этапа жизненного цикла экономики замкнутого цикла своей целью имеет обеспечение формирования эффективной инфраструктуры длительного поддержания работоспособности продукции, продления сроков службы товаров и повышения эффективности их использования на основе внедрения социальных инноваций «ответственного потребления».

В качестве основного исполнителя рекомендован ТК 076 «Системы менеджмента». Соисполнителями по данной программе могут быть следующие Технические комитеты:

- ТК 010 «Менеджмент риска».
- ТК 119 «Надежность в технике».
- ТК 483 «Экономика замкнутого цикла, совокупное потребление и устойчивое финансирование».

В качестве источников существующих требований берутся стандарты нижеуказанных систем стандартизации:

- Цепочки поставок.
- Ряд стандартов системы «Безопасность машин и оборудования».
- Отдельные стандарты «Системы разработки и постановки продукции на производство военной техники». Как, например, «Порядок установления и продления назначенных ресурса, срока службы, срока хранения», «Авторский надзор в процессе эксплуатации» и «Сервисное обслуживание военной техники».

Отдельная часть разрабатываемых стандартов, призванных обеспечить единство подходов к формированию «ответственного потребления», связана с новыми информационными технологиями, такими как «платформы обмена», искусственный интеллект для минимизации аварийных ситуаций и так далее. Это обосновывает необходимость включить в состав соисполнителей такие Технические комитеты, как ТК 164 «Искусственный интеллект» и ТК 022 «Информационные технологии», а также учитывать при разработке стандартов требования соответствующих систем стандартизации.

Перспективная программа комплексной стандартизации процессов утилизационного этапа жизненного цикла экономики замкнутого цикла нацелена на обеспечение комплексного подхода к обращению отходов производства и эксплуатации, увеличение доли вторичных ресурсов и продукции из вторичного сырья. Данная цель соответствует традиционному пониманию цели экономики замкнутого цикла, сложившемуся в Российской Федерации. В настоящее время разработано достаточно большое количество стандартов и информационно-технических справочников наилучших доступных технологий отраслевой направленности. В развитии данной программы необходимо решить задачи формирования взаимосвязанной инфраструктуры приема и переработки отходов производства и потребления не только на уровне федеральных и региональных операторов, но и с учетом вовлечения в данную цепочку ценности предприятий – переработчиков отходов. Основным исполнителем целесообразно определить ТК 349 «Обращение с отходами». Соисполнителями по данной перспективной

программе комплексной стандартизации могут быть Технические комитеты ТК 010 «Менеджмент риска» и ТК 483 «Экономика замкнутого цикла, совокупное потребление и устойчивое финансирование». Системы стандартизации, стандарты которых необходимо принимать во внимание при разработке соответствующих требований, – «Цепочки поставок», «Системы менеджмента безопасности цепи поставок» и «Ресурсосбережение».

Перспективная программа комплексной стандартизации процессов создания сырья и материалов направлена на внесение изменений в отраслевые стандарты и стандарты на продукцию в целях минимизации потерь сырья и материалов при транспортировке, производстве продукции и сокращение негативного воздействия на окружающую среду при ее использовании. В качестве основного исполнителя по данной программе с учетом значительной вовлеченности в процесс разработки информационно-технических справочников наилучших доступных технологий целесообразно выбрать Технический комитет ТК 113 «Наилучшие доступные технологии». Такой выбор обусловлен тем, что большинство задач рассматриваемой программы решается на основе разработки документов указанного типа.

Перспективная программа комплексной стандартизации методов оценки эффективности и результативности экономики замкнутого цикла ставит целью обеспечение объективных свидетельств достижения запланированных результатов экономики замкнутого цикла на основе формирования полных и непротиворечивых показателей эффективности и результативности. Значительный опыт формирования адекватных показателей эффективности и результативности имеется в системах менеджмента качества и экологического менеджмента. Стандарты ISO 10014-2021, ГОСТ Р ИСО 14031-2023, ГОСТ Р ИСО 14033-2021, ГОСТ Р 58532-2019, ГОСТ Р ИСО 14045-2014 могут быть основой для формирования требований к подсистеме количественной оценки эффективности и результативности организаций замкнутого цикла и экономики замкнутого цикла в целом.

Перспективная программа комплексной стандартизации систем отчетности

организаций замкнутого цикла своей целью ставит разработку стандартов прозрачной и достоверной отчетности по вопросам экологии, ресурсосбережения, продления жизненного цикла продукции и использования отходов в качестве вторичного сырья и энергии.

Наиболее близкими по содержанию к рассматриваемой группе стандартов являются стандарты социальной отчетности. Чаще всего в Российской Федерации для формирования подсистемы социальной отчетности применяются стандарты Глобальной инициативы по отчетности GRI, Международной социальной отчетности SAI (SA8000-2014) и ГОСТ Р ИСО 26000-2012 «Руководство по социальной ответственности» [108]. Данные документы могут быть использованы в качестве основы для разработки стандартов отчетности экономики замкнутого цикла.

Основным исполнителем по данной перспективной программе стандартизации целесообразно выбрать ТК 465 «Строительство» как имеющий значительный опыт в указанной сфере деятельности.

Выводы по настоящему разделу следующие. На основе анализа нормативно-правовых и руководящих документов по стандартизации был выбран программный подход к разработке системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла. В качестве базисных положений определены такие подходы к формированию программ стандартизации, как перспективная и комплексная стандартизация. Основываясь на модели экономики замкнутого цикла (рисунок 2.3), рекомендациях РД 50-158-82 и приоритетных целях (рисунок 3.1), предложена схема комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла, позволяющая систематизировать направления системы программ стандартизации экономики замкнутого цикла.

Анализ федеральных проектов, государственных и отраслевых программ, прямо или косвенно связанных с экономикой замкнутого цикла, позволил сделать несколько выводов об их недостатках, устранение которых позволило бы обеспечить системный подход к созданию СС ЭЗЦ. В частности, ни один из проанализированных программных документов не содержит мероприятий, направленных на формирование системы стандартизации перехода к экономике

замкнутого цикла. Несмотря на наличие в программных документах мероприятий по совершенствованию нормативно-правовой базы, регламентирующей отдельные аспекты экономики замкнутого цикла, в них отсутствуют цели, задачи и мероприятия по обеспечению системного и комплексного подхода к управлению ЭЗЦ на основе стандартизации, а совокупные цели этих документов лишь частично соответствуют глобальной цели построения экономики замкнутого цикла и недостаточны для ее реализации. Все это обосновывает необходимость разработки отдельного национального проекта, предназначенного для обеспечения системного комплексного подхода к реализации экономики замкнутого цикла.

С учетом схемы комплексной стандартизации (рисунок 3.3) и модели функционирования экономики замкнутого цикла (рисунок 2.3) сформирован состав системы перспективных программ комплексной стандартизации (таблица 3.2). В качестве основного координатора системы ППКС ЭЗЦ определен технический комитет ТК 483 «Экономика замкнутого цикла». По отдельным перспективным программам выделены возможные соисполнители – соответствующие технические комитеты по стандартизации, ответственные за стандарты, которые могут быть использованы как исходные документы при формировании требований на основе интеграции.

3.3. Интеграционные инструменты разработки требований стандартов экономики замкнутого цикла

Как было показано в предыдущем разделе, экономика замкнутого цикла как объект стандартизации обладает свойствами мультисистемности, сложности и комплексности. В целях обеспечения синергетического эффекта при формировании системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла необходимо обеспечить преемственность и включенность существующих систем стандартизации как минимум в том объеме, который был определен в разделе 3.2 по каждой перспективной программе комплексной стандартизации. Для этого

необходимо определить и обосновать выбор инструментов разработки требований документов стандартизации экономики замкнутого цикла.

Основываясь на выводах, сделанных по итогам главы 2, автором выдвигается гипотеза целесообразности применения инструментов интеграции к формированию требований стандартов экономики замкнутого цикла. Для доказательства данной гипотезы рассмотрена структура системы стандартизации перехода к ЭЗЦ, представленная в таблице 2.3, и дерево целей, представленное на рисунке 3.1.

Анализ целей, представленных в разделе 3.1, позволил выделить из представленного перечня ряд отдельных целей, достижение которых может быть обеспечено за счет применения интеграционного подхода. В частности, достижение такой внешней цели, как содействие интеграции РФ в мировую экономику, решается за счет гармонизации международных стандартов с системой национальной стандартизации, что может быть реализовано в том числе и на основе интеграции отдельных требований международных стандартов в национальные (подобно тому, как сделано при разработке стандартов концепции «Бережливое производство»). Кроме того, внутренняя цель, реализуемая посредством интегрированного подхода, – это «разработка стандартов на основе учета всех составляющих модели экономики замкнутого цикла», поскольку представленная в главе 2 модель представляет собой жизненные циклы продукции и ресурсов.

Наличие значительного количества действующих стандартов, описывающих современные подходы к управлению на отдельных этапах жизненного цикла продукции, обосновывает необходимость применения интегрированного подхода при разработке требований стандартов экономики замкнутого цикла.

Большинство организационных целей также может быть достигнуто за счет рассматриваемого подхода. В частности, это следующие цели:

- разработка механизма обеспечения согласованного взаимодействия всех участников экономики замкнутого цикла;
- при создании (совершенствовании) документов стандартизации системы

стандартизации перехода к ЭЗЦ обеспечить отсутствие противоречий законодательству РФ, нормативно-правовым актам органов исполнительной власти РФ и ее субъектов, а также дублирования норм законодательства РФ;

– при разработке (совершенствовании) стандартов экономики замкнутого цикла обеспечить конкретность, объективную измеримость и непротиворечивость существующим документам стандартизации и нормативно-правовым актам разрабатываемых требований.

Анализ групп стандартов на системы менеджмента показал значительный уровень преемственности разрабатываемых документов со стандартами серий ИСО 9000, 14000, 10000 и другими. В то же время специфика формирования и управления экономикой замкнутого цикла не позволяет напрямую использовать существующие стандарты ввиду наличия значительных отличий в построении взаимоотношений как внутри организации, так и между участниками экономических отношений. Варианты и объем использования требований различных стандартов при разработке документов стандартизации экономики замкнутого цикла различаются в зависимости от группы стандартов и даже от стадий жизненных циклов продукции и ресурсов. В данном случае под вариантами использования требований существующих стандартов понимается выбор типа интеграции требований разных стандартов в единые, а под объемом – степень уникальности требований стандартов экономики замкнутого цикла или их отличий от существующих стандартов.

Согласно современным подходам, интеграция, в зависимости от сложности и схожести объединяемых аспектов, реализуется посредством четырех типов: выравнивание, частичная совместимость, объединение и истинная интеграция. Представленная последовательность типов характеризуется повышением глубины интеграции, и их применение зависит от степени схожести понятий и требований. Наличие значительных отличий в целях и задачах участников экономики замкнутого цикла предполагает применение «выравнивания» для реализации цели «разработка механизма обеспечения согласованного взаимодействия всех участников экономики замкнутого цикла». «Частичная совместимость»

применима для недопущения противоречий законодательству РФ, нормативно-правовым актам органов исполнительной власти РФ и ее субъектов, а также дублирования норм законодательства РФ. И, наконец, «истинная интеграция» подходит для обеспечения совместимости и непротиворечивости разрабатываемых требований существующим документам стандартизации и нормативно-правовым актам.

Классические определения видов интеграции выглядят следующим образом:

– *Выравнивание* – это сопоставление понятий различных онтологий (систем, реальностей, теорий), приводящее их во взаимное согласие. При выравнивании никакая онтология не искажается.

– *Частичная совместимость* создает слияние только тех частей онтологии (систем, реальностей, теорий), которые считаются более похожими. Остальные части по-прежнему необходимы и независимы. Объединенные части искажают исходные общие части онтологии.

– *Объединение* (слияние) распространяет частичную совместимость на все онтологии (системы, реальности, теории) и их концепции. В результате каждая онтология искажена, чтобы стать такой же (и, следовательно, полностью совместимой) с другими. Другими словами, в конце есть единая онтология. Исходные онтологии больше не используются.

– *Истинная интеграция* создает единую интегрированную онтологию (систему, реальность, теорию), частями которой являются ресурсные онтологии, включающие некоторые дополнительные понятия, необходимые для объединения. Пользователь имеет дело с единой интегрированной онтологией. Ресурсные онтологии не искажаются, сохраняя свою независимость и удобство использования.

Таким образом, возникает необходимость разработки алгоритма применения механизма интеграции при формировании требований стандартов системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла. Такой механизм должен включать в себя научно обоснованный подход к оценке

схожести интегрируемых требований для адекватного определения вида интеграции, сам процесс формирования требований и оценку их применимости с учетом специфики как конкретной перспективной программы комплексной стандартизации, так и экономики замкнутого цикла в целом.

Для формирования адекватных требований стандартов экономики замкнутого цикла на основе интеграции требований релевантных стандартов необходимо определить, каким образом требования различных систем стандартизации должны быть преобразованы в единое целое. В целях определения методических подходов к интеграции положений стандартов систем рассмотрены существующие инструменты классификации и кластеризации.

Для решения задачи оценки схожести сгруппируем требования интегрируемых стандартов на основе схожести их признаков, что решается за счет применения кластерного анализа. Задачей кластеризации в данном контексте является определение необходимой степени коррекции значимых аспектов документированных систем менеджмента. Степень коррекции в свою очередь зависит от уровня схожести анализируемых аспектов.

Современные методы кластерного анализа включают в себя различные подходы, такие как:

1. Иерархический кластерный анализ (Hierarchical Clustering).
2. Метод k-средних (k-means clustering).
3. Метод нечеткой кластеризации (Fuzzy clustering).
4. Модель смеси Гауссиан (Gaussian Mixture Models, GMM).

Из всего разнообразия методов для целей настоящего исследования автором определен Иерархический кластерный анализ как достаточно простой и понятный метод определения сходства между системами менеджмента, и Метод нечеткой кластеризации, который соотносит конкретную систему к нескольким кластерам и позволяет оценить степень использования положений стандартов систем менеджмента с учетом специфических особенностей экономики замкнутого цикла.

Классический порядок проведения кластерного анализа содержит

следующие шаги:

1. Отбор выборки объектов для кластеризации.
2. Определение множества переменных, по которым будут оцениваться объекты в выборке.
3. Вычисление значения меры сходства между объектами.
4. Применение метода кластерного анализа для создания групп сходных объектов.
5. Представление результатов анализа.

Объектами кластеризации в рассматриваемом случае являются отдельные требования соответствующих стандартов, в терминологии кластерного анализа – операционные таксономические единицы (ОТЕ). Каждая ОТЕ описывается набором признаков в пространстве Π . Для формирования отдельных кластеров по схожим признакам необходимо количественно определить уровень схожести по выбранным признакам для пар ОТЕ. Для решения данной проблемы используется понятие меры близости или функции расстояния. Основными мерами близости являются: евклидово расстояние, квадрат евклидова расстояния, манхэттенское расстояние, расстояние Чебышева и расстояние Минковского. Данные расстояния применяют для позиционирования объектов кластеризации в виде точки в n -мерном пространстве признаков Π .

При классификации требований стандартов различных систем стандартизации для целей определения подходящих инструментов интеграции наиболее применимым является итеративный подход, так как при его использовании можно достаточно гибко устанавливать границы применимости каждого конкретного инструмента интеграции. Промежуточный результат анализа обычно представляется в виде матрицы расстояний.

Из всего набора правил иерархического объединения в кластеры наиболее соответствующее требованиям настоящего анализа – *правило полных связей*. Данный метод является многомерным вариантом *правила одиночной связи* и не содержит его основной недостаток в виде вытянутой формы кластеров. Содержание данного правила состоит в том, что операционные таксономические

единицы, принадлежащие одному кластеру, имеют показатель меры близости, который больше некоторого порогового значения S . В терминах такой меры близости, как евклидово расстояние, можно сказать, что расстояние между двумя точками (ОТЕ) кластера не должно превышать некоторого порогового значения d . «Таким образом, d определяет максимально допустимый диаметр подмножества, образующего кластер. Этот метод называют еще методом наиболее удаленных соседей, так как при достаточно большом пороговом значении d расстояние между кластерами определяется наибольшим расстоянием между любыми двумя объектами в различных кластерах» [170].

Если проанализировать основные подходы к расчету мер близости, то нужно принимать во внимание различные подходы к их классификации. Наиболее часто используемой является классификация «Сниита и Сокала» [152]:

– Меры расстояния (меры несходства). Реализуют геометрический подход к задаче определения близости: координатная сетка с количеством координатных осей, совпадающим с количеством параметров вектора признаков документа.

– Меры корреляции (угловые меры). Значения мер изменяются от -1 до +1, а 0 обозначает отсутствие связи. Не зависит от различий между переменными из-за рассеяния и сдвига.

– Меры ассоциативности. Выражают различные отношения числа совпадающих признаков к общему их числу.

– Вероятностные меры сходства. Существует функция, определяющая «полезность» вектора, и множество способов формирования этих функций. Данный тип мер близости объединяет два документа (кластера), высчитывает «полезность» полученного объекта, наиболее близкими считаются те векторы, чья «совместная полезность» менее всего отличается от «полезности» одного вектора».

Для целей настоящего исследования необходимо выбрать такие меры близости, которые бы отвечали следующим требованиям: применимость к оценке признаков схожести документов, невысокая трудоемкость, возможность получения достаточно достоверного результата при небольшом объеме данных.

Из всего перечисленного набора мер подходящими под указанные требования являются меры расстояния и меры ассоциативности.

«Согласно классификации Снита-Сокала, меры расстояния акцентируют геометрический аспект близости, ассоциативные меры – наличие или отсутствие признаков».

Расчет вышеуказанных мер осуществляется по следующим формулам:

1. Евклидово расстояние (таксономическое расстояние):

$$d_1(j; k) = \sqrt{\sum (x_{ij} - x_{ik})^2} \quad (3.1)$$

2. Манхэттенское расстояние:

$$d_2(j; k) = \sum |x_{ij} - x_{ik}| \quad (3.2)$$

3. Коэффициент ассоциативности

$$S_{jk} = \frac{\sum w_{ijk} s_{ijk}}{\sum w_{ijk}} \quad (3.3)$$

В особо сложных случаях, когда уникальные особенности организации или продукта не позволяют однозначно сформировать набор ОТЕ в виде стандартов менеджмента и определить корневую систему, которая станет базовой при создании интегрированной системы управления, возможно применение так называемой нечеткой кластеризации. Такие ситуации часто встречаются при попытке создать интегрированную систему управления в организациях, занимающихся преимущественно проектной деятельностью или создающих персонализированный и мелкосерийный продукт.

Нечеткая кластеризация – это тип алгоритма кластеризации, который позволяет операционной таксономической единице принадлежать более чем одному кластеру с разной степенью членства. В отличие от традиционных алгоритмов, нечеткая кластеризация присваивает каждой точке данных степень принадлежности от 0 до 1 для каждого кластера.

Основные преимущества данного алгоритма, которые позволяют с ее помощью сформировать направления и степень коррекции положений стандартов – это гибкость и интерпретируемость. Гибкость позволяет получить перекрывающиеся кластеры, что является необходимым условием, так как

анализируемые данные имеют сложную структуру и границы классов перекрывают друг друга. Интерпретируемость обеспечивает детальное представление взаимосвязи между требованиями классифицируемых стандартов и сформированными кластерами. В свою очередь ряд недостатков нечеткой кластеризации, такие как трудоемкость и сложность выбора модели, будут частично устранены за счет разработки нейронной сети, результаты которой представлены в разделе 4.2.

Выполнение алгоритма нечеткой кластеризации включает в себя следующие шаги:

Шаг 1: Случайным образом инициализируются точки данных в нужное количество кластеров.

Шаг 2: Находится центр тяжести.

Шаг 3: Определяется расстояние каждой точки от центра тяжести.

Шаг 4: Обновляются значения членства.

Шаг 5: Шаги (2–4) повторяются до тех пор, пока не будут получены постоянные значения для значений принадлежности или разница не станет меньше допустимого значения.

Шаг 6: Дефаззифицируются полученные значения принадлежности.

Формируется множество символов $x_{ij} \in \{0,1\}$ наличия признаков z_i у требований τ_j , т.е. $x_{ij} = 1$, если 1-й признак есть j -го требования, в противном случае $x_{ij} = 0$.

Все множества представляются в виде матрицы образов требований, имеющей такое количество столбцов, которое соответствует количеству интегрируемых стандартов (обозначаемых $\tau_1, \tau_2 \dots \tau_i$) и p строк (обозначаемых Z_1, Z_2, \dots, Z_i). Информационным содержанием этой матрицы являются символы x_{ij} , т.е. указания о присутствии или отсутствии каждого из учитываемых признаков в рассматриваемых требованиях. При этом, если 1-й признак присутствует у j -го требования, то на пересечении i -той строки и j -того столбца помещается «1» ($x_{ij} = 1$), в противном случае – «0» ($x_{ij} = 0$).

Проводится комплексный сравнительный анализ вычисленных мер сходства

и включения. При этом используются следующие численные критерии:

– степень сходства требований: $C(\tau_i, \tau_j) \geq \Delta c$;

– степень включения требований: $W(\tau_i, \tau_j) \geq \Delta w$,

где Δc , Δw – численные значения критериев соответственно сходства и включения требований, которые задаются экспертным путем.

Любое требование к интегрированной системе с лингвистической точки зрения представляет собой языковую конструкцию типа Y_T , а с математической точки зрения – лингвистическую переменную из теории нечетких множеств. Используя язык Y_T , описания требований, можно выделить следующий набор (вектор) лингвистических свойств требования:

$$X = \{b, d, g, i, r, p, k, n, m, o\}, \quad (3.4)$$

где b, d, g – насыщенность требования соответственно понятиями-классами, понятиями-процессами и понятиями-состояниями;

i – степень идентификации понятий именами;

r – разнообразие типов отношений между элементами требований;

p – жесткость императивов требования;

k, n, m, o – наличие в требовании соответственно квантификаторов, модификаторов, модальностей, оценок. [214]

Отдельную сложность представляет собой выбор признаков схожести для текстовых переменных. Опыт реализации методов кластеризации для анализа текстов был получен при решении задач распознавания текста, подбора документов, релевантных запросам и компьютерной лингвистике. За основу была взята «векторная модель основанная на гипотезе о статистической семантике (statistical semantics hypothesis): статистические зависимости употребления слов человеком могут быть использованы для нахождения заложенного в них смысла [153].

В рамках векторного пространства текст описывается вектором в евклидовом пространстве. Осями координат для этого пространства являются термы, выделяемые из документа или из коллекции рассматриваемых документов, а координата по оси определяется по статистической информации о появлении термина в документе или в указанной выборке [172]. В основу смысловой близости

текстов положено предположение, что похожие мысли при большом объеме текста выражаются одними и теми же словами. Истинность этого предположения гарантирует геометрическую близость векторов документов в евклидовом пространстве [191; 174].

При реализации задач компьютерной лингвистики обычно выбираются следующие единицы анализа:

- лексема и/или словоформа;
- терм – единица, функционирующая как слово (состоящее из одного или более орфографических слов) или соответствующая устойчивым конструкциям (в том числе и предикативным), вплоть до высказывания.

Так как в настоящем исследовании одной из задач является анализ основных положений стандартов менеджмента и большинство из них содержит устойчивую терминологию, то целесообразным будет выбрать в качестве единицы анализа устойчивые словарные конструкции – термы.

«Для оценки классифицирующей силы термов используются классические частотные оценки: tf (Term Frequency), df (Document Frequency), $tf-idf$ [153; 126; 165], закон Ципфа (Zipfslaw) [150]».

Основная проблема такой оценки заключается в значительной трудоемкости вычислений и необходимости сокращения размерности признакового пространства за счет удаления «неинформативных» термов. В то же время удаление таких термов может привести к потере значимой информации, что вынуждает использовать специальные алгоритмы типа Ad, Del, AdDel, GRAD, метод главных компонент и их модификации [163].

На основе анализа различных вариантов реализации кластерного анализа автором разработан алгоритм реализации интеграционного подхода при разработке требований стандартов экономики замкнутого цикла. В укрупненном виде такой алгоритм будет состоять из четырех этапов, каждый из которых в свою очередь содержит несколько шагов: подготовка, анализ, создание, совершенствование.

Определенная сложность формирования интегрированной системы

управления обосновывает необходимость проведения подготовительных мероприятий, призванных минимизировать количество коррекций на последующих этапах. Для реализации этапа «Подготовка» автор предлагает следующие шаги:

1. Выбор операционных таксономических единиц – стандартов систем стандартизации, предполагаемых для интеграции при разработке требований соответствующих стандартов экономики замкнутого цикла.

2. Описание дескрипторов признакового пространства ОТЕ. В качестве таких дескрипторов целесообразно взять: основные понятия, принципы систем стандартизации, требования соответствующих стандартов.

3. Детализация описания дескрипторов по функциям, целям и результатам.

Результатом данного этапа является корректно сформулированное и адекватное признаковое пространство Π , позволяющее однозначно оценить схожесть парных ОТЕ при проведении кластерного анализа.

Следующим этапом является анализ ОТЕ на схожесть. Этап «Анализ» так же состоит из нескольких шагов:

1. Контент-анализ дескрипторов ОТЕ. В отличие от полномерного качественного контент-анализа, включающего в себя семантический анализ, оценку «тошноты» и «водности» и SEO-анализ, на данном этапе нам интересна лишь статистика использования информативных термов, а также их векторное представление.

2. Количественная оценка сходства пар дескрипторов анализируемых ОТЕ и определение порогового значения S для правила полных связей иерархического кластерного анализа. Количественная оценка заключается в расчете коэффициента ассоциативности, а пороговое значение S определяется на основе эмпирических данных.

3. Формирование кластеров.

Результатом данного этапа является матрица расстояний, позволяющая сформировать кластеры ОТЕ и сами сформированные кластеры.

Этап «Создание требований» предназначен для выработки правил

интеграции различных положений интегрируемых требований для целей синтеза и предварительного определения эффектов от интеграции. Реализуется в рамках следующих шагов:

1. Обоснование и выбор типа интеграции.

2. Предиктивное определение синергетического эффекта (СЭ) и эмерджентных свойств (ЭС), созданных на основе интеграции, требований ЭЗЦ.

3. Формирование требований соответствующих стандартов ЭЗЦ.

Результатами указанного этапа являются предварительный стандарт ЭЗЦ и дополнительные критерии его результативности. Более подробно реализация двух последних этапов будет рассмотрена в разделе 4.2 данной работы.

Завершающим этапом формирования стандарта ЭЗЦ на основе интеграции является процесс его совершенствования в ходе экспертизы и начального этапа использования. Этап «Совершенствование» также реализуется в несколько шагов:

1. Внедрение стандарта ЭЗЦ и идентификация отклонений от предиктивных результатов синергетических эффектов и эмерджентных свойств.

2. Контроль отклонений, их коррекция, выработка и реализация корректирующих действий.

3. Наблюдение и постоянное совершенствование стандарта ЭЗЦ.

Результатом этапа является эффективно функционирующий стандарт экономики замкнутого цикла. Визуализация алгоритма представлена на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3 – Алгоритм разработки стандартов перехода к экономике замкнутого цикла на основе интеграции (*разработан автором*)

Выводы по данному разделу следующие. Анализ существующих видов интеграции онтологий позволил распространить такой подход на процессы разработки требований стандартов экономики замкнутого цикла. Выбор конкретного вида интеграции зависит от уровня схожести 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 исходных требований существующих стандартов и положений экономики замкнутого цикла. Разработан авторский алгоритм кластеризации требований

интегрируемых стандартов, позволяющий избежать возможных ошибок и дефектов при кластеризации семантических единиц.

Выводы по главе

Для формирования приоритетных направлений стандартизации при создании системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла была осуществлена постановка целей создания системы. По результатам анализа нормативно-правовые акты Российской Федерации и основополагающие стандарты национальной системы стандартизации было сформировано «дерево целей», основной целью выбрано «формирование программы комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла». Цели второго уровня классифицированы по трем группам в зависимости от их направленности: внешние цели, внутренние цели и организационные цели.

Анализ федеральных проектов, государственных и отраслевых программ, прямо или косвенно связанных с экономикой замкнутого цикла, позволил сделать несколько выводов об их недостатках, устранение которых позволило бы обеспечить системный подход к созданию СС ЭЗЦ. В частности, ни один из проанализированных программных документов не содержит мероприятий, направленных на формирование системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла. Несмотря на наличие в программных документах мероприятий по совершенствованию нормативно-правовой базы, регламентирующей отдельные аспекты экономики замкнутого цикла, в них отсутствуют цели, задачи и мероприятия по обеспечению системного и комплексного подхода к управлению ЭЗЦ на основе стандартизации, а совокупные цели этих документов лишь частично соответствуют глобальной цели построения экономики замкнутого цикла и недостаточны для ее реализации. Все это обосновывает необходимость разработки отдельного национального проекта, предназначенного для обеспечения системного комплексного подхода к построению экономики замкнутого цикла.

С учетом схемы комплексной стандартизации (рисунок 3.3) и модели

функционирования экономики замкнутого цикла (рисунок 2.3) сформирован состав системы перспективных программ комплексной стандартизации (таблица 3.2). В качестве основного исполнителя системы ППКС определен технический комитет ТК 483 «Экономика замкнутого цикла». По отдельным перспективным программам выделены возможные соисполнители – соответствующие технические комитеты по стандартизации, ответственные за стандарты, которые могут быть использованы как исходные документы при формировании требований на основе интеграции.

Анализ существующих видов интеграции онтологий позволил распространить данный подход на процессы разработки требований стандартов экономики замкнутого цикла на основе интеграции. 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, что позволяет учесть специфику классификации семантических единиц. Кроме того, такая классификация позволяет обоснованно выбрать соответствующий вид интеграции, применимый для исходных требований существующих стандартов и положений экономики замкнутого цикла. Разработан авторский алгоритм разработки требований стандартов экономики замкнутого цикла на основе интеграции.

ГЛАВА 4. РЕАЛИЗАЦИЯ И РАЗВИТИЕ ПРОГРАММ КОМПЛЕКСНОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ КАК СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИКОЙ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА

4.1. Нормативно-правовое и методическое обеспечение реализации перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла

Устойчивое развитие помимо достижения глобальных целей, установленных ООН, предполагает обеспечение сбалансированного подхода к развитию экономики учитывающего одновременную реализацию экономических, социальных и экологических целей. Такой баланс при реализации системы перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла достигается за счет жесткого регулирования содержания программ, формирования связей взаимодействия между отдельными ППКС и структурированного подхода к их формированию, реализации и развитию [137].

В целях формирования алгоритма разработки перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла необходимо сформировать проект программы стандартизации, что является одной из целей создания системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла, сформулированных в разделе 3.1. Для этого необходимо решить ряд следующих задач:

- проанализировать действующие программы стандартизации;
- проанализировать Методические указания по разработке программ комплексной стандартизации продукции РД 50-158-82;
- выделить устойчивые элементы программных документов и сформировать единую структуру перспективных программ комплексной стандартизации;
- сформулировать примерное содержание основных разделов программ;
- определить источники информации, необходимые для формирования содержания значимых разделов программ.

Для решения первой из поставленных задач были проанализированы содержание и порядок реализации действующих перспективных программ стандартизации и методические указания по комплексной стандартизации на предмет выделения устойчивых элементов структуры. К сожалению, непосредственное применение подходов вышеперечисленных документов для решения поставленных задач неприемлемо вследствие нацеленности данных программ на стандартизацию групп однородной продукции. Отдельный интерес представляет анализ программ стандартизации отраслевых технических комитетов по стандартизации, разрабатываемых в целях обеспечения реализации программ развития конкретной отрасли. Примерами таких программ 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 и другие.

Отсутствие единого формата представления информации в рассматриваемых программах не позволяет выявить устойчивую структуру программного документа. Даже в документах, имеющих одинаковый тип (например, перспективные программы стандартизации), структура разных программ отличается друг от друга. В частности, перспективная программа стандартизации в целях развития отрасли аддитивных технологий в Российской Федерации на 2023–2030 годы содержит 10 глав, а перспективная программа стандартизации в сфере интеллектуальных транспортных систем на период до 2027 года – уже 12 глав. В то же время степень совпадения глав данных программ достаточно высока, что позволяет применить такую структуру для формирования документов, входящих в системы перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла. Другие программные документы, такие как отраслевые программы стандартизации и программы работ технических комитетов по стандартизации, имеют больший разброс в структурах и могут использоваться для коррекции структуры документов системы ППКС ЭЗЦ.

Анализ структуры представленных выше программных документов позволил выделить устойчивые блоки информации, которые могут лечь в основу типовой структуры разрабатываемых перспективных программ комплексной стандартизации.

Таблица 4.1 – Разделы типовой структуры действующих перспективных программ стандартизации

ППС аддитивные технологии	ППС интеллектуальные транспортные системы	ПС авиационной промышленности
Общие положения	Общие положения	Раздел отсутствует
Основание для разработки Программы	Введение	Раздел отсутствует
Предпосылки к созданию Программы	Введение	Раздел отсутствует
Цели и задачи Программы	Цели и задачи	Цель Программы Задачи Программы
Разработчики Программы	Раздел отсутствует	Раздел отсутствует
Сроки реализации Программы	Сроки и механизмы реализации перспективной программы стандартизации	Этапы и сроки реализации Программы
Разделы Программы	Структура перспективной программы стандартизации	Раздел отсутствует
Основные показатели Программы	Раздел отсутствует	Целевые индикаторы и показатели
Источники финансирования реализации Программы	Источники финансирования перспективной программы стандартизации	Источники финансирования реализации Программы
Механизм реализации Программы	Сроки и механизмы реализации перспективной программы стандартизации	Механизм реализации Программы
Раздел отсутствует	Раздел отсутствует	Ожидаемые результаты
Раздел отсутствует	Термины, определения и сокращения	Раздел отсутствует
Раздел отсутствует	Основные подходы к стандартизации	Раздел отсутствует
Раздел отсутствует	Усиление роли бизнеса в разработке национальных стандартов	Раздел отсутствует

Раздел отсутствует	Совершенствование деятельности в области межгосударственной стандартизации и международного сотрудничества	Раздел отсутствует
Раздел отсутствует	Подготовка специалистов по стандартизации Управление перспективной программой стандартизации	Раздел отсутствует

Таблица разработана автором

Основываясь на рассмотренных выше программах, был сформирован предварительный вариант структуры перспективных программ комплексной стандартизации, который выглядит следующим образом:

1. Общие положения.
2. Термины, определения и сокращения.
3. Основание для разработки перспективной программы стандартизации.
4. Предпосылки к созданию перспективной программы стандартизации.
5. Цели и задачи.
6. Разработчики.
7. Сроки реализации.
8. Структура перспективной программы стандартизации.
9. Основные показатели перспективной программы стандартизации.
10. Источники финансирования.
11. Ожидаемые результаты.

Дополнительным документом, содержащим требования к формированию программ комплексной стандартизации, являются методические указания РД 50-158-82, которые, несмотря на значительное устаревание, могут быть использованы для коррекции структуры, содержания и порядка разработки и реализации таких программ. Анализируя главы 2 и 3 методических указаний, можно определить примерный состав программ комплексной стандартизации.

1. Основание для разработки программы (п. 2.2 Методики).
2. Этапы и сроки (п. 2.6 Методики).

3. Ответственные за разработку (п. 2.8 Методики).
4. Участники реализации (п. 3.9 Методики).
5. Цели и задачи (п. 3.10 Методики).
6. Разделы программы (п. 3.10 Методики).
7. Основные требования к стандартизации (п. 3.10 Методики).

Как видно из представленных вариантов содержания программ, значимых отличий между ними нет. Единственным дополнительным пунктом является раздел «Основные требования к стандартизации», который целесообразно добавить в предварительный вариант структуры. В окончательном виде типовая структура перспективных программ комплексной стандартизации будет выглядеть следующим образом:

1. Общие положения.
2. Термины, определения и сокращения.
3. Основание для разработки ППКС.
4. Предпосылки к созданию ППКС.
5. Цели и задачи ППКС.
6. Разработчики ППКС.
7. Сроки реализации ППКС.
8. Структура ППКС.
9. Основные требования к стандартизации.
10. Основные показатели ППКС.
11. Источники финансирования ППКС.
12. Ожидаемые результаты.

Следующей задачей создания нормативно-методического обеспечения реализации системы перспективных программ комплексной стандартизации является определение содержания вышеуказанных пунктов структуры программных документов.

Из предлагаемой типовой структуры ППКС методическому регулированию могут быть подвергнуты все разделы, за исключением следующих:

2. Термины, определения и сокращения.

7. Сроки реализации ППКС.
10. Основные показатели ППКС.
11. Источники финансирования ППКС.
12. Ожидаемые результаты.

Это связано с их уникальностью для каждой из программ.

Рассмотрим оставшиеся разделы с точки зрения определения источников информации, формата ее представления и достаточного объема.

Раздел «Общие положения» содержит единые механизмы формирования экономики замкнутого цикла и трансформации системы управления с учетом ее принципов и подходов.

В качестве обоснования необходимости перехода к экономике замкнутого цикла целесообразно использовать результаты обработки статистических данных о результативности использования вторичных ресурсов, экономической эффективности мероприятий по продлению срока службы продукции и реализации отдельных стратегий экономики замкнутого цикла, таких как «совместное использование товаров», «товар как услуга» и других. Источниками такой информации являются официальная статистика по статье «Образование, использование, обезвреживание и размещение отходов производства и потребления в Российской Федерации», корпоративные отчеты по устойчивому развитию (стандарты ESG отчетности), аналитические документы, такие как ESG-индекс российского бизнеса, формируемые группой компаний «РБК» и рейтинговым агентством «Национальные кредитные рейтинги».

Принципы экономики замкнутого цикла были систематизированы и обобщены в разделе 2.2, что позволяет использовать их в качестве основы при формировании общих подходов для построения экономики замкнутого цикла.

В качестве модели ЭЗЦ автор определил циклическую модель экономики замкнутого цикла, представленную в разделе 2.2, так как данная модель позволяет обоснованно подойти к разработке программ стандартизации жизненных циклов продукции и ресурсов. Относительно механизмов трансформации экономики и инструментов реализации стратегий трансформации их описание также

соответствует вариантам, изложенным в таблице 2.1, как наиболее соответствующим рассматриваемой концепции.

Следующий раздел – «Основание для разработки ППКС» – представлен в анализируемых программах и методических указаниях более подробно. Так, методические указания РД 50-158-82 предписывают использовать программы комплексной стандартизации для достижения целей, установленных в пятилетнем плане государственной стандартизации и/или в целевых комплексных народнохозяйственных и общесоюзных научно-технических программах. Отраслевые и целевые перспективные программы стандартизации основанием для разработки определяют пункт 4 статьи 10 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» [3] и различные стратегические документы федерального уровня, такие как, например:

- Стратегия развития аддитивных технологий в Российской Федерации на период до 2030 года [8].

- Федеральный проект «Искусственный интеллект» [10].

- Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года» [7].

- Национальный проект «Здравоохранение» [9].

Как видно из представленного списка, уровень стратегических документов в определенной степени отличается друг от друга, что может свидетельствовать об их разной значимости и тем самым влиять на широту охвата сфер экономической деятельности, подлежащей стандартизации. Наиболее широкий охват имеет перспективная программа стандартизации в области медицинских изделий на период 2020–2025 годы, что подтверждается большим количеством разделов в данной программе (10 разделов). Примерно такой же размер охвата имеет перспективная программа стандартизации по приоритетному направлению «Искусственный интеллект» на период 2021–2024 годы, чьим основанием создания является федеральный проект «Искусственный интеллект». Основываясь на вышесказанном, можно сделать вывод, что основанием для

разработки отдельных перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла должен являться национальный или федеральный проект.

В настоящее время в Российской Федерации реализуется федеральный проект «Экономика замкнутого цикла». Содержание данного проекта свидетельствует о его направленности на выполнение отдельной подпрограммы государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды». В свою очередь данная госпрограмма в определенной степени соответствует национальному проекту «Экология». В частности, ряд федеральных проектов, таких как «Чистая страна», «Оздоровление Волги», «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами», «Сохранение озера Байкал» и «Чистый воздух», входящие в национальный проект «Экология», обеспечивают его интеграцию с государственной программой. Кроме того, в состав Государственной программы «Охрана окружающей среды» входят федеральный проект «Генеральная уборка» и уже упомянутый федеральный проект «Экономика замкнутого цикла».

Как было отмечено в разделе 3.3, еще одним национальным проектом, косвенно связанным с экономикой замкнутого цикла, является национальный проект «Производительность труда» [13]. Федеральные проекты «Адресная поддержка повышения производительности труда на предприятиях» [13] и «Системные меры по повышению производительности труда» [15], входящие в состав рассматриваемого национального проекта, формируют его взаимосвязь с Государственной программой Российской Федерации «Экономическое развитие и инновационная экономика». К сожалению, в настоящее время реализация данной государственной программы прекращена.

Косвенная взаимосвязь с целями и задачами экономики замкнутого цикла в области повышения эффективности использования человеческих ресурсов позволяет выбрать данные федеральные проекты в качестве основы для разработки перспективной программы комплексной стандартизации процессов проектно-производственного этапа жизненного цикла экономики замкнутого

цикла. В частности, основанием служит задача № 2 федерального проекта «Системные меры по повышению производительности труда» – «Предприятиям предоставлена возможность повышения производительности труда через формирование движения рационализаторов из числа работников и повышение их компетенций с использованием инфраструктуры «Ворлдскиллс» и подзадачи 1.3, 1.4 и 1.5 федерального проекта «Адресная поддержка повышения производительности труда на предприятиях» – «Предприятиям предоставлена возможность по внедрению лучших практик (типовых решений) и получению услуг по повышению производительности труда посредством специализированных центров компетенций на федеральном и региональном уровне:

– Подзадача 1.3. Созданы потоки-образцы (оптимизированы производственные/вспомогательные процессы) на предприятиях – участниках национального проекта под федеральным управлением (совместно с экспертами ФЦК) на базе сформированной инфраструктуры развития производственной системы в рамках организационной, методологической, экспертно-аналитической и информационной поддержки программ повышения производительности.

– Подзадача 1.4. Созданы потоки-образцы на предприятиях – участниках национального проекта под региональным управлением (совместно с экспертами региональных центров компетенций в сфере производительности труда), а также внедряющих мероприятия национального проекта самостоятельно (в том числе с привлечением консультантов), представляющие собой результат оптимизации производственных и/или вспомогательных процессов на сформированной инфраструктуре развития производственной системы в рамках организационной, методологической, экспертно-аналитической информационной поддержки программ повышения производительности труда на предприятиях.

– Подзадача 1.5. Создана информационная платформа управленческих технологических компетенций (производительность.рф), обеспечено ее развитие и наполнение обеспечения взаимодействия в сферах повышения производительности труда и тиражирования лучших российских, международных

практик». [13]

Еще один национальный проект, косвенно связанный с экономикой замкнутого цикла, – это национальный проект «Цифровая экономика». Инициативы, реализуемые в рамках данного проекта, обеспечивают возможность применения отдельных стратегий экономики замкнутого цикла на эксплуатационном этапе жизненного цикла продукции. Это стратегии формирования «платформенной экономики» и «продукции как услуги», которые требуют значительного уровня развития информационной инфраструктуры. Таким образом, в качестве оснований для разработки перспективной программы комплексной стандартизации процессов эксплуатационного этапа жизненного цикла экономики замкнутого цикла необходимо выбрать федеральный проект «Информационная инфраструктура», являющийся составным элементом национального проекта «Цифровая экономика».

С точки зрения выбора основания для разработки системы ППКС ЭЗЦ отдельный интерес представляет Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. N 145 [2]. Из всего списка приоритетов и перспектив научно-технологического развития Российской Федерации в качестве оснований разработки программ целесообразно выбрать следующие направления:

«а) переход к передовым технологиям проектирования и создания высокотехнологичной продукции, основанным на применении интеллектуальных производственных решений, роботизированных и высокопроизводительных вычислительных систем, новых материалов и химических соединений, результатов обработки больших объемов данных, технологий машинного обучения и искусственного интеллекта;

б) переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников энергии, способов ее передачи и хранения;

г) переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и

аквахозяйству, разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективная переработка сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания;

ж) возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом возрастающей актуальности синтетических научных дисциплин, созданных на стыке психологии, социологии, политологии, истории и научных исследований, связанных с этическими аспектами научно-технологического развития, изменениями социальных, политических и экономических отношений;

и) переход к развитию природоподобных технологий, воспроизводящих системы и процессы живой природы в виде технических систем и технологических процессов, интегрированных в природную среду и естественный природный ресурсооборот» [2].

Данные приоритеты полностью или частично соответствуют основным стратегиям и механизмам перехода к экономике замкнутого цикла, что позволяет селективно на них основываться при разработке как всей системы перспективных программ стандартизации, так и отдельных соответствующих программ.

Рассмотрим также разрабатываемый на настоящий момент национальный проект «Экономика данных», который будет рассчитан до 2030 года. Его цель – перевести всю экономику, социальную сферу и органы власти на качественно новые принципы работы, внедрить управление на основе данных, выйти на новый уровень в логистике, телемедицине, онлайн-образовании и предоставлении госуслуг.

Проект будет включать следующие направления:

- сбор данных;
- передача данных и развитие систем связи;
- хранение данных;
- безопасность данных;
- стандарты и протоколы работы с данными;

– обработка и анализ данных, репозитории открытого кода.

Анализ этого национального проекта показал, что он обосновывает необходимость стандартизации процессов отчетности в области использования стандартизированных форм данных, позволяющих автоматизировать их сбор и обработку. Это позволяет использовать отдельные федеральные проекты, которые будут входить в национальный проект в качестве основания для разработки перспективных программ комплексной стандартизации методов оценки эффективности и результативности систем управления организаций замкнутого цикла и экономики замкнутого цикла в целом.

Результаты анализа содержания рассмотренных проектов в дополнение к выводам раздела 3.3 позволили выделить следующие их недостатки:

– Каждый из проанализированных федеральных проектов имеет узкую специализацию и слабо связан с другими программными документами.

– Ни один из проектов не содержит разделов по стандартизации сформированных подходов, что не позволяет обеспечить их единство и распространение полученного опыта.

– Большинство федеральных проектов направлены на решение текущих проблем и слабо затрагивают вопросы стратегического развития территорий (исключением являются Федеральные проекты «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами» и «Экономика замкнутого цикла»).

Выявленные ограничения не позволяют в полной мере использовать указанные документы в качестве оснований для разработки системы перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла. В то же время направленность отдельных федеральных проектов позволяет выбрать их в качестве основания для разработки отдельных перспективных программ стандартизации. В частности, федеральные проекты «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами» и «Экономика замкнутого цикла» могут быть выбраны как основание для разработки перспективной программы комплексной стандартизации процессов эксплуатационного этапа жизненного цикла экономики замкнутого цикла.

Результат сопоставления перспективных программ комплексной стандартизации с реализуемыми на настоящий момент документами стратегического развития Российской Федерации, которые целесообразно использовать в качестве основания для разработки этих программ, представлен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 –Перечень стратегических программных документов как оснований соответствующих ППКС.

№	Программы стандартизации	Основания для разработки
1.	Перспективная программа комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла: общесистемные стандарты	Национальный проект «Экология» [19]. Национальный проект «Производительность труда» [13]. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации [2].
2.	Перспективная программа комплексной стандартизации процессов проектно-производственного этапа жизненного цикла экономики замкнутого цикла	Национальный проект «Производительность труда» [17]. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации пп. а), ж), и) [2].
3.	Перспективная программа комплексной стандартизации процессов эксплуатационного этапа жизненного цикла экономики замкнутого цикла	Национальный проект «Цифровая экономика» [18].
4.	Перспективная программа комплексной стандартизации процессов утилизационного этапа жизненного цикла экономики замкнутого цикла	Федеральный проект «Экономика замкнутого цикла» [206]. Федеральный проект «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами» [14].
	Перспективная программа комплексной стандартизации процессов создания сырья и материалов	Документ отсутствует
6.	Перспективная программа комплексной стандартизации методов оценки эффективности и результативности экономики замкнутого цикла	Федеральный проект «Экономика замкнутого цикла» Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации п. ж) [2].

7.	Перспективная программа комплексной стандартизации систем отчетности организаций замкнутого цикла	Документ отсутствует
----	---	----------------------

Таблица разработана автором

Раздел «Предпосылки к созданию ППКС» предназначен для обоснования значимости стандартизации в рамках конкретной программы и прогнозируемого эффекта от ее реализации. Значимость целесообразно представить в виде количественной оценки уровня влияния применения стандартов на экономику Российской Федерации и прогнозируемого роста ВВП по итогам реализации перспективной программы стандартизации.

Кроме того, в данный раздел необходимо включить информацию об имеющихся стандартах, содержащих требования к процессам, регламентируемым соответствующей программой стандартизации. Источником данной информации являются материалы соответствующих Технических комитетов ИСО и Росстандарта.

В качестве обоснования необходимости разработки конкретной программы стандартизации традиционно приводят доводы о необходимости определения приоритетных направлений стандартизации, обеспечения системности и плановости осуществляемой деятельности, обеспечения вовлечения в работу по стандартизации наиболее широкого круга заинтересованных лиц и смежных технических комитетов по стандартизации, а также с целью повышения эффективности разработки стандартов и обеспечения согласованности разработки документов по стандартизации приводят к пониманию необходимости разработки ППКС. Для формирования целей и задач конкретной ППКС требуется определить источники целей, их формулировку и согласование.

При осуществлении процесса целеполагания для конкретной программы были определены их источник целей, а также проведена декомпозиция на уровень задач.

При создании раздела «Разработчики Программы» целесообразно

обратиться к Методическим указаниям РД 50-158-82 [198]. Так, пункт 2.8. Указаний 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. Результат такого подхода представлен в таблице 4.3.

Непосредственными разработчиками и координаторами деятельности по стандартизации являются соответствующие технические комитеты по стандартизации. Как было сказано в разделе 3.3, основным координатором деятельности по формированию системы перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла является Технический комитет 483 (ТК 483) «Экономика замкнутого цикла, совокупное потребление и устойчивое финансирование». Исполнители и соисполнители из числа иных технических комитетов подбираются в соответствии с рекомендациями, представленными в разделе 3.3. Результат выбора исполнителей и соисполнителей представлен в таблице 4.3.

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 реализации соответствующих перспективных программ комплексной стандартизации.

Таблица 4.3 –Исполнители и соисполнители перспективных программ стандартизации

Программы стандартизации	Технические комитеты	Курирующее министерство	Представители бизнеса
Перспективная программа комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла: общесистемные стандарты	<u>Технический комитет 483 (ТК 483)</u> <u>«Экономика замкнутого цикла»</u>	Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации	При наличии инициативы
Перспективная программа комплексной стандартизации процессов проектно-производственного этапа жизненного цикла экономики замкнутого цикла	<u>ТК 483 «Экономика замкнутого цикла»</u> ТК 100 «Инновационный менеджмент» ТК 205 «Управление проектами» ТК 020 «Экологический менеджмент и экономика» ТК 076 «Системы менеджмента» ТК 409 «Охрана окружающей природной среды» ТК 051 «Система конструкторской документации»	Министерство промышленности и торговли Российской Федерации	Предприятия промышленного комплекса
Перспективная программа комплексной стандартизации процессов эксплуатационного этапа жизненного цикла экономики замкнутого цикла.	<u>ТК 076 «Системы менеджмента»</u> ТК 010 «Менеджмент риска» ТК 119 «Надежность в технике» ТК 483 «Экономика замкнутого цикла»	Министерство экономического развития Российской Федерации	Предприятия торговой сферы, ИТ-сферы, сферы услуг
Перспективная программа комплексной стандартизации процессов утилизационного этапа жизненного цикла экономики замкнутого цикла	<u>ТК 349 «Обращение с отходами»</u> ТК 483 «Экономика замкнутого цикла» ТК 010 «Менеджмент риска» ТК 020 «Экологический менеджмент и экономика»	Министерство промышленности и торговли Российской Федерации	Предприятия переработчики отходов, федеральные экологические операторы
Перспективная программа комплексной стандартизации	<u>ТК 113 «Наилучшие доступные технологии»</u>	Министерство промышленности и	Предприятия добывающей

процессов создания сырья и материалов	ТК 483 «Экономика замкнутого цикла»	торговли Российской Федерации	промышленности, промышленности и строительных материалов, черной металлургии и т.п.
Перспективная программа комплексной стандартизации методов оценки эффективности и результативности экономики замкнутого цикла	<u>ТК 465 «Строительство»</u> ТК 483 «Экономика замкнутого цикла» ТК 020 «Экологический менеджмент и экономика» ТК 471 «Социальная ответственность»	Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации	При наличии инициативы
Перспективная программа комплексной стандартизации систем отчетности организаций замкнутого цикла	<u>ТК 465 «Строительство»</u> ТК 483 «Экономика замкнутого цикла» ТК 020 «Экологический менеджмент и экономика» ТК 471 «Социальная ответственность»	Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации	При наличии инициативы

Таблица разработана автором

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

- разработка, согласование и представление на утверждение в Росстандарт проектов исходных заданий на разработку программ;
- разработка, согласование и представление на утверждение в Росстандарт проектов программ;
- выполнение утвержденных программ;
- контроль за ходом выполнения программ [135].

Анализ разделов «Структура ППКС» различных перспективных программ стандартизации показал несколько вариантов формирования данного раздела. Все разнообразие вариантов можно разбить на три группы по типам классификации:

- на основе стадий жизненного цикла продукции (перспективная программа стандартизации в области дорожного хозяйства);
- на основе выделения процессов деятельности (перспективная программа стандартизации в целях развития отрасли аддитивных технологий в Российской Федерации на 2023–2030 годы);
- на основе ассортимента продукции (перспективная программа стандартизации в области товаров и услуг для детей на период 2022–2027 годы).

С точки зрения соответствия модели экономики замкнутого цикла целесообразным является выбор первого варианта. Структуризация на основе стадий жизненного цикла полностью соответствует специфике группы перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла жизненных циклов продукции и перспективных программ комплексной стандартизации процессов создания сырья и материалов.

Помимо универсальных стандартов, разрабатываемых в ходе реализации вышеуказанных ППКС, целесообразно предусмотреть создание отдельных стандартов, учитывающих специфику отраслей, которые позволят сформулировать дополнительные расширенные требования к реализации конкретных стадий жизненного цикла продукции и ресурсов. Их разработчиками могут быть Технические комитеты по отраслям:

машиностроение, металлургическая, химическая, фармацевтическая, легкая, целлюлозно-бумажная и деревообрабатывающая, электронная промышленность, промышленность средств связи, радиопромышленность [135].

Отдельным блоком стандартов в системе перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла стоят общесистемные стандарты, так называемые «стандарты поддержки», по аналогии со стандартами серии ИСО 10000, имеющими российский аналог. Сравнительный анализ стандартов поддержки серии ИСО 10000 и подходов реализации экономики замкнутого цикла позволил определить примерный перечень подобных стандартов в качестве составной части перспективной программы комплексной стандартизации: общесистемные стандарты. Для конкретизации состава данной группы стандартов, на примере системы менеджмента качества, была выделена основная цель развития системы управления. Если в СМК такой целью является «удовлетворение потребителей», то в экономике замкнутого цикла подобной целью является «эффективность использования ресурсов».

Помимо этого, целесообразным является разработать рекомендации по обеспечению системного подхода к планированию деятельности по повышению эффективности использования ресурсов. В СМК подобным инструментом являются планы обеспечения качества, а для экономики замкнутого цикла таким инструментом может быть план обеспечения циркулярности. Результаты сопоставления представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Перечень стандартов «поддержки» системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла

Стандарты серии ИСО 10000	Предварительный перечень стандартов «поддержки» СС ЭЗЦ
ГОСТ Р ИСО 10001-2009 «Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Рекомендации по правилам поведения для организаций» [84]	Эффективность использования ресурсов – кодекс поведения в области ресурсосбережения.

ГОСТ Р ИСО 10002-2020 «Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководящие указания по управлению претензиями в организациях» [85]	Эффективность использования ресурсов – рекомендации по обработке результатов обратной связи
ГОСТ Р ИСО 10003-2020 «Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководящие указания по урегулированию спорных вопросов вне организации» [86]	Эффективность использования ресурсов – взаимодействие с заинтересованными сторонами по решению споров
ГОСТ Р ИСО 10004-2020 «Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководящие указания по мониторингу и измерению» [87]	Эффективность использования ресурсов
ГОСТ Р ИСО 10005-2019 «Менеджмент качества. Руководящие указания по планам качества» [88]	План обеспечения циркулярности
ГОСТ Р ИСО 10006-2019 «Менеджмент качества. Руководящие указания по менеджменту качества в проектах» [89]	Реализуется в иной ППКС
ГОСТ Р ИСО 10007-2019 «Менеджмент качества. Руководящие указания по менеджменту конфигурации» [90]	Рекомендации по управлению конфигурацией
ГОСТ Р ИСО 10008-2014 «Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководящие указания по электронным торговым сделкам между юридическими и физическими лицами» [91]	Реализуется в иной ППКС
ГОСТ Р ИСО 10012-2008 «Менеджмент организации. Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию» [92]	Реализуется в иной ППКС
ГОСТ Р ИСО/ТО 10013-2007 «Менеджмент организации. Руководство по документированию системы менеджмента качества» [93]	Руководство по документации системы менеджмента организации замкнутого цикла
ГОСТ Р ИСО 10014-2008 «Менеджмент организации. Руководящие указания по достижению экономического эффекта в системе менеджмента качества» [94]	Реализуется в иной ППКС
ГОСТ Р ИСО 10015-2021 «Системы менеджмента качества. Руководящие указания по менеджменту компетентности и развитию персонала» [95]	Рекомендации по обучению персонала

ГОСТ Р ИСО/ТО 10017-2005 «Статистические методы. Руководство по применению в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001» [96]	Применяется без корректировки
ГОСТ Р ИСО 10018-2021 «Системы менеджмента качества. Руководящие указания по вовлечению персонала» [97]	Руководящие принципы по вовлечению персонала в процессы ресурсосбережения
ГОСТ Р ИСО 10019-2007 «Менеджмент организации. Руководство по выбору консультантов по системам менеджмента качества и использованию их услуг» [84]	Рекомендации по выбору консультантов по системе менеджмента организации замкнутого цикла

Таблица разработана автором

Представленные в данной таблице стандарты «поддержки» позволят конкретизировать процесс формирования системы управления экономикой замкнутого цикла и организациями замкнутого цикла в отдельных областях деятельности и минимизировать затраты на их разработку.

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 перспективной программы комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла, содержащей следующие разделы:

1. Общие положения.
2. Термины, определения и сокращения.
3. Основание для разработки ППКС.
4. Предпосылки к созданию ППКС.
5. Цели и задачи ППКС.
6. Разработчики ППКС.
7. Сроки реализации ППКС.
8. Структура ППКС.
9. Основные требования к стандартизации.
10. Основные показатели ППКС.
11. Источники финансирования ППКС.

12. Ожидаемые результаты.

Кроме того, в рамках конкретизации содержания отдельных разделов перспективных программ стандартизации для каждой из них автор рекомендует основных исполнителей и соисполнителей в лице технических комитетов по стандартизации, курирующие министерства и представителей крупных промышленных и сервисных компаний в качестве экспертов.

По итогам анализа действующих перспективных программ стандартизации в качестве основного подхода к формированию состава стандартов определен подход на основе жизненного цикла продукции. Дополнительно выделены основные отрасли, в которых целесообразна разработка отраслевых стандартов, а также сформирован перечень стандартов «поддержки», направленных на регламентацию отдельных специфических аспектов функционирования системы менеджмента экономики замкнутого цикла.

4.2. Разработка цифровых инструментов создания требований стандартов экономики замкнутого цикла на основе нечетко-множественной классификации

Проблема разработки требований стандартов экономики замкнутого цикла заключается в необходимости сохранения накопленного опыта, зафиксированного в существующих стандартах, с одновременным включением в разрабатываемые требования новых циркулярных подходов. Наиболее оптимальным инструментом разработки требований в таком случае является интеграция. Как было изложено в разделе 3.3 настоящей работы, выделяют четыре метода интеграции: выравнивание, частичная интеграция, объединение и полная интеграция. Представляется, что применение указанных методов дифференцировано относительно схожести исходных требований. Так, в качестве первичной аксиомы было определено следующее:

1. «Выравнивание» применяется для двух исходных требований интегрируемых стандартов, схожесть которых очень мала или полностью

отсутствует. При выравнивании происходит согласование онтологий, терминов и определений. Исходные требования включаются в финальное требование без значительных изменений и остаются независимыми друг от друга.

2. «Частичная интеграции» применима для исходных требований с незначительным уровнем схожести и заключается в выделении полностью схожих элементов требований и их переформулированием в единое финальное требование. Несхожие элементы сохраняют свою независимость и не согласовываются между собой.

3. «Объединение» применяется для достаточно схожих исходных требований, интеграция которых заключается в согласовании отдельных их элементов между собой, выделении взаимосвязей и взаимных влияний.

4. «Полная интеграция» используется для исходных требований со значительной схожестью и заключается в формулировании единого финального требования, включающего в себя смысловые элементы исходных требований [129].

Для количественного и математически обоснованного определения меры схожести требований целесообразно использовать кластеризацию как метод естественной классификации, т.е. объединения в группы объектов, обладающих схожими признаками. В отличие от обычной классификации, где количество групп объектов фиксировано и заранее определено набором идеалов, здесь ни группы и ни их количество заранее не определены и формируются в процессе работы системы исходя из определенной меры близости объектов. Классическая кластеризация – это неконтролируемый метод машинного обучения, который разделяет данные на разные кластеры на основе их расстояния (сходства) друг от друга. Применимость ее для решения задач определения схожести исходных требований стандартов при интеграции не оправдана вследствие применения булевой логики при отнесении соответствующих данных к конкретному кластеру. «Неконтролируемый алгоритм кластеризации k -средних выдает значения любой точки, лежащей в некотором конкретном кластере, равные либо 0, либо 1, т.е. либо true, либо false». Нечеткая логика дает нечеткие значения любой конкретной

точки данных, лежащие в любом из кластеров. Нечеткая кластеризация – это тип алгоритма кластеризации в машинном обучении, который позволяет точке данных принадлежать более чем одному кластеру с разной степенью принадлежности.

Согласно исследованиям Баданиной Н. Д., Зинченко А. А. и Судакова В. А. для получения более гибких результатов кластеризации целесообразно использовать расширение метода *k*-средних метод нечеткой кластеризации *S*-средних. Данный метод позволяет каждому элементу из выборки рассчитать степень его принадлежности к каждому из заданных кластеров в диапазоне от 0 до 1, что обеспечивает применение нечетких множеств, и формируются пересекающиеся кластеры. Ограничением применения данного метода является обязательная предопределенность количества кластеров, что в рамках настоящего исследования обусловлено количеством методов интеграции. В результате кластеризации максимальное количество кластеров равняется четырем.

«Задача данного метода состоит в том, чтобы разбить множество наблюдений X мощностью n на c нечетких кластеров с центрами μ так, чтобы функция потерь стремилась к минимуму:

$$\min_c \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^c w_{ij}^m \rho(x_i, \mu_j)^2 \quad (4.1.)$$

При этом на полученную задачу оптимизации накладываются условия:

$$w_{ij} \in [0,1] \text{ для } \forall i, j; 0 < \sum_{j=1}^c w_{ij} < n \text{ для } \forall i \quad (4.2.)$$

Число m определяет нечеткость кластеров, от которой в итоге будут зависеть значения в матрице весов W . Чем выше значение параметра m , тем более нечеткое размытие между кластерами. При $m \rightarrow \infty$ элементы матрицы нечеткого разбиения $w_{ij} = \frac{1}{c}$; иначе при $m \rightarrow 1$ значения матрицы весов W будут сходиться либо к 1, либо к 0, при этом четко ставится в соответствие к каждому элементу выборки X номер кластера, что является задачей метода *k*-средних. Для задач нечеткой кластеризации достаточно $m = 2$ » [141].

Алгоритм нечеткой кластеризации:

1. Инициализировать случайным образом матрицу весов:

$$W = \{w_{ij}\}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, c \quad (4.3.)$$

2. Вычислить центроиды по формуле:

$$\mu_j = \frac{\sum_{i=1}^n w_{ij}^m x_i}{w_{ij}^m}, j = 1, \dots, c \quad (4.4.)$$

3. Рассчитать евклидово расстояние от каждого элемента x_i до всех центроидов.

4. Провести расчет матрицы принадлежности по формуле:

$$w_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^c \left(\frac{\|x_i - \mu_j\|}{\|x_i - \mu_k\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, c \quad (4.5.)$$

5. Вычислить заново центры кластеров по формуле из пункта 2;

6. Итеративно повторять пункты 3–5, пока матрица весов на шаге t не будет удовлетворять следующему условию: $\|W_t - W_{t-1}\| < \varepsilon$.

Свойства метода c -средних:

– нечеткая граница разбиения на кластеры отражает более естественное поведение данных;

– параметр m при расчете центроидов усиливает влияние элементов с большим значением степени принадлежности;

– метод c -средних подвержен шуму и зависит от выбора количества кластеров, а также первоначально инициализированных весовых значений;

– на каждой итерации в этом методе используются все данные, поэтому время расчета для большого датасета может значительно увеличиться из-за того, что оно пропорционально квадрату количества кластеров;

– при неудачных начальных параметрах может сойтись к локальному экстремуму и не найти оптимального решения [141].

После получения вектора вероятностей принадлежности объекта к каждому классу в поставленной задаче надо понять важность объекта. Поэтому необходим математический аппарат, который позволит выполнить операцию ранжирования.

Для целей настоящего исследования параметр важности показывает, насколько применимым является один из четырех видов интеграции с учетом

схожести анализируемых текстов. Его значение варьируется от 0 до 1.

Введем универсальное множество E (требования анализируемых стандартов), где X – элемент множества E (семантические единицы), а R – свойство (частота использования семантической единицы в требовании).

«Обычное (четкое) подмножество A универсального множества E , элементы которого удовлетворяют свойству R , определяется как множество упорядоченных пар $A = \{\mu A(x)/x\}$, где $\mu A(x)$ – функция принадлежности, принимающая значения в некотором вполне упорядоченном множестве M (например, $M = \{0, 1\}$). Функция принадлежности указывает степень (или уровень) принадлежности элемента x подмножеству A . Множество M называют множеством принадлежностей. Если $M = \{0, 1\}$, то нечеткое подмножество A может рассматриваться как обычное или четкое множество» [234].

Нечеткое множество отличается от обычного тем, что для элементов X из подмножества E нет однозначного ответа (да – нет) относительно свойства R . В связи с этим нечеткое подмножество A универсального множества E определяется как множество упорядоченных пар. Функция принадлежности $\mu A(x)$ указывает степень принадлежности элемента X подмножеству A .

Нечеткий логический вывод по алгоритму Мамдани выполняется по нечеткой базе знаний:

$$\bigcup_{p=1}^{kj} (\bigcap_{i=1}^n x_i = a_{i,ip} \text{ с весом } w_{jp}) \rightarrow y = d_j, \quad (4.6)$$

$$y = \frac{\mu_{d_1}(X^*)}{d_1} + \dots + \frac{\mu_{d_m}(X^*)}{d_m}, \quad (4.7)$$

где $\mu_{j^p}(x_i)$ – функция принадлежности входа нечеткому терму a_{i,j^p} ,

$\mu_{d_j}(y)$ – функция принадлежности входа нечеткому терму d_j ,

d_j – нечеткие термы,

$X^* = (x_1^*, \dots, x_n^*)$ – входной вектор,

y – нечеткое множество.

Наиболее часто используются следующие реализации: для операции ИЛИ – нахождение максимума и для операции И – нахождение минимума. Для перехода от нечеткого множества, заданного на универсальном множестве нечетких

термов, к нечеткому множеству на интервале необходимо: «срезать» функции принадлежности; объединить (агрегировать) полученные нечеткие множества. Четкое значение выхода y , соответствующее входному вектору X^* , определяется в результате дефаззификации нечеткого множества [141]. В данной работе была применена дефаззификация по методу центра тяжести как наиболее распространенный подход.

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.

В целях оценки работоспособности представленного в разделе 3.3 алгоритма была сформирована общая модель нейронной сети. Для достижения заданной точности автором выбрана глубокая архитектура нейронной сети с несколькими скрытыми слоями и полноценной предобработкой данных. Для более надежной оценки модели при обучении нейронной сети была применена кросс-валидация.

Исходные требования к результативности обучения нейронной сети:

1. Точность: 83,33 %.
2. Средняя точность: 57 %.

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

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.

Полученная общая модель позволила оценить потенциал нейросетевой модели для классификации текстов с точностью 83,33 % при соответствующей настройке параметров и достаточном объеме данных.

Следующим этапом является разработка реальной нейросетевой модели, позволяющей осуществить нечеткую кластеризацию требований двух стандартов. Для этого ранее разработанный код прошел ряд адаптаций. Во-первых, тексты из сравниваемых файлов были корректно извлечены и предобработаны, для того чтобы они могли быть использованы в качестве входных данных для TF-IDF векторизатора. Во-вторых, были определены метки для классификации, которые затем были сопоставлены с текстами.

Детализация шагов адаптации кода для решения задачи кластеризации требований двух стандартов состоит из следующих положений:

1. Извлечение текста из файлов. На начальном этапе был извлечен текст из каждого файла. Так как требования рассматриваемых стандартов соответствовали структуре высокого уровня, то тексты требований были преобразованы в пригодный для анализа формат, состоящий из соответствующих пунктов, абзацев и отдельных строк.

2. Определение меток. Для определения меток классов можно использовать два подхода: назначить одну метку для всего текста стандарта или назначить несколько меток для различных разделов стандарта. Для стандартов структуры высокого уровня оптимальным является второй вариант, так как позволяет сократить трудоемкость процесса векторизации текста.

3. TF-IDF векторизация. Проведена векторизация текстов из файлов для создания матрицы признаков, которая использовалась для обучения и тестирования модели.

Пример реализации вышеуказанных шагов на Python представлен в

Приложении Б.

При реализации модели кластеризации двух стандартов были учтены следующие моменты:

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

- 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 %, которую можно использовать для кластеризации требований интегрируемых стандартов и выбора адекватных видов интеграции, был реализован следующий подход. В качестве основы была использована нейронная сеть с несколькими слоями и функцией активации ReLU. Осуществлена предобработка текста, включающая TF-IDF векторизацию для преобразования текстов в векторные представления в соответствии с алгоритмом, представленным выше (Приложение Б). 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 окончательной версии нейронной сети «Нечеткая кластеризация текстовых данных и выбор видов их интеграции» представлен в Приложении В. Полученный код 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 существующих стандартов и специфических положений стандартов экономики замкнутого цикла. Этот метод демонстрирует простоту реализации, а также возможность достижения высокой точности при правильной подготовке

данных и настройке параметров модели. В то же время необходимо обратить внимание на то, что точность 83,33 %, упомянутая ранее, была получена в предыдущих испытаниях и может варьироваться в зависимости от конкретных данных и методов предварительной обработки.

Для применения данной нейронной сети для иных, слабо структурированных текстов, например, стандартов, не использующих структуру «высокого уровня», необходимо осуществить дополнительную адаптацию нейронной сети. В частности, для адаптации нейронной сети к неструктурированным текстовым данным или для изменения ее параметров в соответствии со специфическими условиями исследования вносятся изменения, связанные с предварительной обработкой текстов и коррекцией правил и параметров обучения нейронной сети. Алгоритм коррекции работы нейронной сети «Нечеткая кластеризация текстовых данных и выбор видов их интеграции» для обработки неструктурированных текстов представлен в Приложении Г.

Все вышеперечисленные этапы адаптации нейронной сети «Нечеткая кластеризация текстовых данных и выбор видов их интеграции» позволяют настроить ее работу с различными данными и задачами, обеспечивая гибкость и адаптивность аналитической работы.

Выводы по данному разделу следующие. На основе представленного в разделе 3.3 авторского алгоритма кластеризации требований интегрируемых стандартов разработана методика определения механизма интеграции таких требований с использованием нечеткой кластеризации. Разработан алгоритм нечеткой кластеризации, применимый для машинного обучения. На основе данного алгоритма создана нейронная сеть «Нечеткая кластеризация текстовых данных и выбор видов их интеграции», позволяющая с высокой степенью достоверности выбирать максимально эффективный инструмент интеграции базовых требований интегрируемых стандартов, что значительно снижает трудоемкость процесса разработки стандартов экономики замкнутого цикла.

4.3. Методические рекомендации по формированию цифровой инфраструктуры реализации и развития перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла

Задача формирования и развития системы стандартизации в обеспечении перехода к экономике замкнутого цикла предполагает применение комплексного подхода и современных инструментов. Цифровизация является таким инструментом и, как и стандартизация, обеспечивает повышение эффективности экономики. Интеграция инструментов цифровизации с подходами стандартизации 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. Официальная работа по созданию единой системы SMART-стандартизации в Российской Федерации началась в 2021 году с создания проектного технического комитета стандартизации № 711 «Умные (SMART) стандарты» (ПТК 711). Одним из первых результатов его работы стало создание предварительного национального стандарта ПНСТ 864-2023 «Умные (SMART) стандарты. Общие положения». Данный документ содержит основное определение SMART-стандарта как «совокупность данных, содержащихся в документе по стандартизации, которая позволяет сделать его машинопонимаемым, то есть наряду с возможностью чтения человеком предоставляет возможность обработки и использования информационными и киберфизическими системами, минуя человека». Помимо основного стандарта ПТК 711, разработаны предварительные стандарты, посвященные классификации объектов стандартизации в рамках SMART-стандартов, и стандарт «Архитектура

и форматы данных». Всего серия предварительных национальных стандартов «Умные (SMART) стандарты» будет содержать следующие части:

- часть 1. Общие положения;
- часть 2. Архитектура и форматы данных;
- часть 3. Классификация объектов стандартизации. Общие положения;
- часть 4. SMART-сервисы по представлению и обмену данными требований;
- часть 5. SMART-сервисы по разработке.

Несмотря на предварительный характер представленных документов, анализ показал наличие подходов и инструментов создания как самих SMART-стандартов, так и информационных систем, обеспечивающих их разработку. Так, в частности, прослеживается универсальный характер подходов к формированию SMART-стандартов, однако большинство из них направлены на автоматизацию работы с техническими стандартами и стандартами на продукцию. Такая ситуация требует определенной доработки алгоритмов создания SMART-стандартов с учетом особенностей стандартов на системы менеджмента.

Техническая и продуктовая направленность SMART-стандартов объясняется изначальным целевым ориентиром данной формы регламентирующих документов на обеспечение полноценного функционирования цифровых двойников продуктов и технологических процессов. Цифровой двойник обязательно содержит целевые показатели – исходные требования к объекту: нормативные, взятые из внешних документов; функциональные, отражающие цели и задачи, ради которых создается объект; ресурсные, связанные с доступными на рынке материалами и финансовыми ограничениями.

Применение SMART-стандартов в развитии цифровых двойников заключается в автоматизации процессов коррекции и обновления исходных требований цифровых двойников и содержащихся в них параметров. Это достигается за счет перевода требований и параметров стандартов с естественного языка на машинопонимаемый, и для закрытия всех потребностей автоматизации необходимы цифровые документы нового уровня, содержащие как человеко-, так и

машиноориентированные данные [123].

Приведенный анализ видов и содержания информационных блоков, представленных в таблицах 2 и 3 предварительного стандарта, показал основную направленность SMART-стандартов на удовлетворение нужд промышленных предприятий. В частности, для решения таких задач, как:

- «Реализация требований к качеству и безопасности продукции на всех стадиях жизненного цикла.

- Обеспечение автоматизированной проверки выполнения требований нормативной документации в проектной документации.

- Создание информационной системы, которая позволит осуществить привязку продукции предприятий к кодам классификатора, техническим регламентам, стандартам, статусу, а также к органам сертификации и испытательным лабораториям, подтверждающим качество данной продукции в дальнейшем.

- Повышение эффективности производства» [212].

Автор считает, что представленных задач недостаточно для мотивации создания SMART-стандартов для систем менеджмента, так как они не включают в свой состав задачи обеспечения единства подходов при принятии управленческих решений и сокращении времени, при дальнейшей автоматизации, выработки таких решений.

Как известно, традиционная форма представления требований стандартов для перевода в SMART-вариант осуществляется за счет их трансформации в три вида содержания: машиночитаемое содержание, машиноинтерпретируемое содержание и машинопонимаемое содержание. Если с формированием машиночитаемого содержания особых проблем не возникает, для создания машиноинтерпретируемого и машинопонимаемого содержания требуется определенная подготовка как в области формирования соответствующих информационных сервисов, так и предварительной разработки таксономических единиц и онтологии.

В частности, анализ состава информационных блоков и информационных

элементов позволил осуществить их целевое группирование. Данные структуры можно разбить на четыре группы с учетом целевых ориентиров: идентификация, связи, критерии соответствия с численным содержанием и критерии соответствия с семантическим содержанием. Распределение структурных элементов SMART-стандартов по выделенным группам представлено в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Соотнесение структурных элементов SMART-стандартов к выделенным группам

Группы	Информационные блоки	Информационные элементы
Идентификация	Атрибуты Сведения об электронных подписях	Атрибут Электронная подпись
Связи	Сопутствующие данные Нормативные ссылки Оглавление Библиографические данные	Структурный элемент Гиперссылка Ссылка на объект Ссылка на элемент классификатора
Критерии соответствия с численным содержанием	Текст Основные нормативные положения Приложения	Таблица Графическое изображение (2D) Формула (математическая, химическая и др.) 3D-модель База данных Файл Программный исполняемый код Показатель Параметр показателя
Критерии соответствия с семантическим содержанием	Текст Титульный лист Предисловие Введение Область применения Термины и определения Основные нормативные положения Приложения Условия использования	Термин Сокращение Абзац Список, перечисление Таблица Файл Нормативное положение

Таблица разработана автором на основе источника [192]

Подобное структурирование данных позволяет на начальном уровне

классифицировать семантические единицы текста стандартов для их дальнейшей трансформации в машинопонимаемый и машиноисполняемый форматы.

Как представляется, формирование цифровых двойников на основе информационных структур SMART-стандартов, приведенных в цифровой форме, не вызывает особых сложностей в силу однозначности их трактовки. В случае решения задач формирования автоматизированных систем принятия управленческих решений, основанных на выполнении требований стандартов на системы менеджмента, возникает проблема трансформации семантических единиц в машиночитаемый формат. Отдельный интерес представляет концепт формирования машиночитаемых и машиноисполняемых норм права, обобщенный в работе Понкина И. В. [193]. В его статье, посвященной анализу направлений цифровых трансформаций в праве и элементов регуляторных технологий LegalTech (цифровых технологий в сфере права – RegTech или ЮpTech), предложены «детерминанты обеспечения машиночитаемости права в предназначенном для машиночитаемого и машиноисполняемого оперирования правовом акте». Такими детерминантами являются:

– «повышенная четкость логической структуры и логическая разграниченность норм и частей акта, повышенная четкость раскладки (топологии) интерреляций (в том числе иерархических) элементов внутри правового акта;

– наличие мета-разметки (облегчающие и обеспечивающие процесс формализации права расстановка тегов – снабжение синтаксически отличной от правового текста системой аннотирования, а также нумерация) в каждом правовом акте;

– предельно возможно допустимая семантическая шаблонизация норм (аппроксимация к типологизированным шаблонам (паттернам)) с придерживанием правила коротких лексических конструкций и форм (применение так называемого инженерного стиля письма);

– максимально возможно достижимая минимизированность в акте бланкетных норм, а также «резиновых» и абстрактно-декларативных норм» [193].

Все вышеперечисленные детерминанты справедливы и для разработки SMART-стандартов на системы менеджмента с учетом особенностей процессов стандартизации. Такие особенности были выявлены на основе анализа предложенных детерминант и их сопоставления с правилами разработки стандартов (ГОСТ Р 1.2-2020), существующими подходами к созданию документов стандартизации, структурной формализацией стандартов на основе «структуры высокого уровня» (HLS), а также применения декларативной семантики семейства языков общей логики. После трансформации вышеуказанные детерминанты обеспечения машиночитаемости и машиноисполняемого оперирования будут иметь следующий вид:

- 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 метамодели 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, необходимо сделать 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 метаданными и с управленческо-техническими конструкциями в формализованно-цифровизированных онтологиях).

Гибридизацию синтаксиса целесообразно осуществлять, последовательно применяя метамодель абстрактного синтаксиса общей логики к словарю и онтологии систем менеджмента. Исходной базой является так называемый лексикон, который, в определении стандарта ГОСТ Р 59791–2021

«Информационные технологии. Общая логика (CL). Основы семейства языков, основанных на логике» [82], определяется в виде набора имен (т.е. словарем лексикона), набора маркеров последовательности и набора заголовков. В качестве источника данной базы целесообразно выбрать основные определения и термины ИСО 9000-2015 [111]. Одна из проблем использования данного стандарта состоит в том, что он содержит уже готовые термины, которые являются производными от первичных имен. Таким образом, появляется задача формирования исходного словаря, на основе которого будет дополнен перечень терминов и затем, посредством формулирования выражений и утверждений, разрабатываться текст соответствующего SMART-стандарта. В качестве примера необходимости создания такого словаря можно проанализировать термин «человеческие ресурсы» из ИСО 9000-2015.

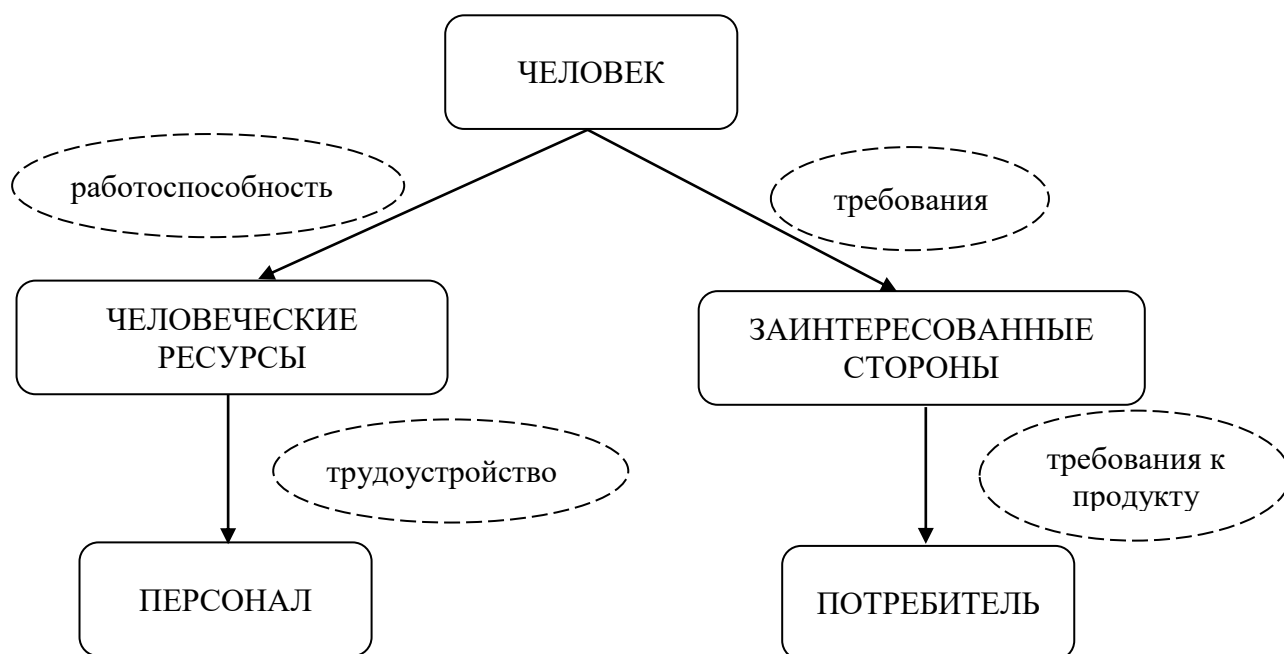


Рисунок 4.1 – Пример формирования словаря общей логики для SMART-стандартов на системы менеджмента

(разработан автором)

На основании представленного примера видна необходимость реверсной декомпозиции терминов и понятий для формирования общего словаря V , на основании которого формулируются соответствующие термины, как вне дискурса, так и в рамках дискурса экономики замкнутого цикла. Дальнейший

процесс формирования машинопонимаемого контента направлен на построение выражений и утверждений. В рамках дискурса стандартизации систем управления целесообразно сформировать атомарные выражения, имеющие максимальное распространение в текстах таких стандартов. В частности, это требования, содержащие следующие выражения с глагольными формами действия «должна», «следует», «могло бы» и «может». Примерами таких атомарных выражений являются выражения «организация должна», «высшее руководство должно», «руководитель организации должен», «высшему руководству следует», «может позволить организации» и т.д. Наличие таких атомарных выражений упорядочивает формирование логических выражений, содержащих логические связки (типы), посредством ограничения выбора таких связок. Так, атомарное выражение с глагольной формой «должна» предполагает применение конъюнкции и импликации, а в наиболее строгих случаях – двойной импликации (в редких случаях отрицания), с глагольными формами «следует» и «может» дизъюнкции и конъюнкции. Такой подход справедлив и для количественных высказываний – глагольная форма «должна» предполагает применение квантора всеобщности, а остальные формы – квантора существования.

Завершающим этапом создания машинопонимаемого контента является формирование текста в виде набора высказываний и утверждений. Порядок создания машинопонимаемого контента выглядит следующим образом рисунок 4.2.



Рисунок 4.2 – Порядок создания машинопонимаемого контента
(разработан автором)

С позиции темы диссертационного исследования в части достижения целей дальнейшего развития важным вопросом является практическая применимость SMART-стандартов системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла для реализации автоматизированных систем управления. Оценку применимости целесообразно провести с учетом специфики содержания стандартов, разрабатываемых в рамках соответствующих перспективных программ комплексной стандартизации.

Наиболее применимыми для практической реализации автоматизированных систем представляются стандарты перспективных программ комплексной стандартизации этапов жизненных циклов продукции и ресурсов. В первую очередь это касается стандартов, регламентирующих процессы проектно-

производственного этапа жизненного цикла продукции. Применение SMART-стандартов для автоматизации процессов проектирования и разработки технологий производства продукции обосновывается рядом специалистов. В то же время стандарты на системы управления, в отличие от стандартов продукции, в большинстве своем не содержат количественных параметров, формализация и перевод в машинопонимаемый вид которых позволяет автоматизировать отдельные этапы процессов проектирования. Данные обстоятельства, в свою очередь, требуют коррекции области применения таких SMART-стандартов. [136] Автор считает, что SMART-стандарты экономики замкнутого цикла должны быть предназначены для автоматизации процессов планирования, организации и контроля проектирования и, в частности, автоматизации формирования технического задания на проектирование продукции с учетом требований экономики замкнутого цикла, анализа и верификации проектов.

На стадии постановки на производство SMART-стандарты экономики замкнутого цикла должны обеспечивать автоматический учет требований по снижению материалоемкости, обеспечения технологичности и собираемости изделий, оценки воспроизводимости и пригодности процессов не только по техническим показателям качества, но и по показателям технологичности, таким как производительность труда, коэффициент использования оборудования, сроки производства партии, количество брака в партии и т.д.

На стадии производства продукции применение SMART-стандартов должно быть нацелено на обеспечение контроля выполнения заложенных на предыдущих стадиях жизненного цикла продукции параметров.

Перспективная программа комплексной стандартизации эксплуатационного этапа жизненного цикла продукции в свою очередь имеет иную специфику применения SMART-стандартов. Так, стандарт на стадию «Реализация продукции», регламентирующий процессы применения такой стратегии, как «товар как услуга», направленной на максимизацию полезного использования продукта, при переводе в SMART-стандарт может быть использован, в лучшем случае, только для автоматизации организации процесса реализации.

Контролируемым параметром в данном случае будет процент полезного использования товара. Примерно такая же картина характерна для стандарта стадии «Эксплуатация», регламентирующая в том числе реализацию стратегии «платформа обмена». В данном стандарте параметром контроля будет отношение реального срока использования к паспортному сроку службы продукта. Более полный подход к применению SMART-стандартов характерен для стадий «Ремонт» и «Восстановление». Для данных стандартов применима автоматизация процессов планирования, организации и контроля проведения ремонтных и восстановительных работ. Контролируемыми параметрами являются длительность ремонтных и восстановительных работ, коэффициент полезного использования продукта, относительная сохранность функциональности продукта. Варианты применения SMART-стандарта для стадии «Иное использование продукта» явно не определены.

Стандарты перспективной программы комплексной стандартизации утилизационного этапа жизненного цикла продукции при переводе в SMART-формат позволяют реализовать все варианты их применения: планирование работ по восстановлению ресурсов, повторному применению отходов производства, рекуперации, а также по организации этих работ и контролю за их исполнением. Контролируемыми параметрами являются традиционные показатели вторичного использования материалов, доля отходов направленных на получение энергоресурсов, доля отходов размещенных на полигонах.

Перспективная программа комплексной стандартизации процессов создания сырья и материалов отличается от предыдущих программ тем, что описывает линейную часть экономики замкнутого цикла, предназначенную для восполнения утрачиваемых, вследствие неполного восстановления на заключительных стадиях ЖЦП, ресурсов. Частичная применимость SMART-стандартов в данной программе может быть направлена на автоматизацию процессов взаимодействия с потребителями в целях повышения эффективности использования поставляемых ресурсов. Варианты применения заключаются в автоматизации планирования, организации и контроля за исполнением планов, направленных на коррекцию

сортамента, ассортимента и типологизации поставляемых материалов и комплектующих с учетом минимизации потерь при использовании в процессе дальнейшего производства продукции.

Перспективная программа комплексной стандартизации методов оценки эффективности и результативности экономики замкнутого цикла и перспективная программа комплексной стандартизации систем отчетности организаций замкнутого цикла предназначены для формирования системы контроля и отчетности для организаций замкнутого цикла и экономики в целом. Поэтому SMART-стандарты в рамках данных программ могут быть использованы для автоматизации создания таких систем отчетности и, в пределе, гибкой системы управления по целям в организации.

Автор систематизировал основные проблемы, с которыми сталкиваются экономические субъекты на этапе цифровой трансформации:

- классификационные признаки объекта стандартизации разнородны и не выделены в единый признак;
- общероссийские классификаторы и классификаторы собственной разработки не соответствуют классификации, изложенной в нормативных документах;
- несоответствие наименований объекта стандартизации терминологии из нормативных документов;
- отсутствие согласованности наименований характеристик объекта стандартизации;
- отсутствие однозначного понимания обязательности и набора характеристик объекта стандартизации;
- отсутствие однозначного применения единиц измерения характеристик объекта стандартизации;
- нарушение или отсутствие связей с общероссийскими классификаторами;
- трудоемкость создания и ведения справочников нормативно-справочной информации (НСИ), отвечающих за учет материальных ресурсов, в информационных системах предприятий;

– отсутствие методологии формирования и управления объектом стандартизации [192].

Обобщая представленные выше варианты применения SMART-стандартов в системе стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла, предложено использовать возможности эмуляции системы управления организацией замкнутого цикла в виде цифрового двойника. Согласно определению, цифровой двойник – это цифровая (виртуальная) модель любых объектов, систем, процессов или людей. Такая модель должна воспроизводить форму и действия оригинала и быть синхронизированной с ним.

Для целей настоящего исследования под цифровым двойником системы менеджмента будем понимать программный (виртуальный) аналог системы реальных процессов организации, воспроизводящий ее структуру, состояние, а также динамику изменения во времени.

Наличие цифрового двойника (или их коллекций) помогает организовать связь изделия с подключенными к нему объектами – источниками данных, программным обеспечением, отвечающим за управление изделием, контроль рабочего состояния, процессов эксплуатации и т. д. на всем протяжении жизненного цикла изделия.

При формировании цифрового двойника системы менеджмента определены значимые взаимодействующие элементы операционного пространства, в котором такая система существует. Такими элементами являются:

- система менеджмента как объект управления;
- органы управления организацией как субъект управления;
- среда функционирования процессов как набор внешних факторов, оказывающих влияние на организацию;
- помехи, деструктивные воздействия, несоответствия как внутренние слабые стороны организации.

Взаимодействие указанных элементов представлено на рисунке 4.3.

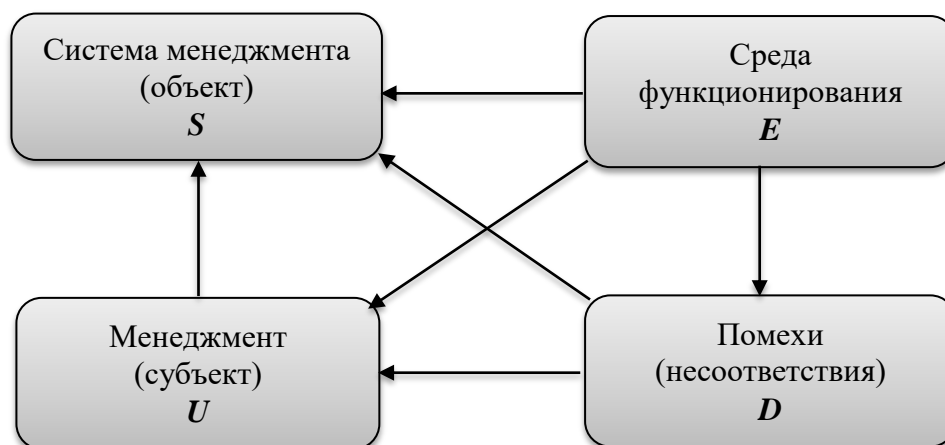


Рисунок 4.3 – Взаимодействие элементов цифрового двойника системы менеджмента организации [176]

Состояние системы менеджмента S_{t+1} является функцией от первичного состояния S_t , соответствующего управляющего воздействия U с учетом состояния внешней среды E и влияния помех D .

$$S_{t+1} = f(S_t, U, E, D) \quad (4.8)$$

В свою очередь само по себе управляющее воздействие U должно учитывать как первичное состояние системы S_t , так и влияние внешних факторов E и внутренних деструктивных воздействий D . Ограничениями перехода системы менеджмента в новое состояние являются ресурсы R и временной отрезок изменений Δt . Управляющее воздействие в таком случае, согласно работе [176], будет выглядеть следующим образом:

$$U_{t_{i+1}} \triangleq F\left(\left[S_{t_i} \xrightarrow[\Delta t]{R} S_{t_{i+1}}\right], K_{t_i}\right) \quad (4.9)$$

где «параметр $K_{t_i} = \langle I(S_{t_i}), I(E_{t_i}), I(D_{t_i}), I(U_{t_i}) \rangle$ представляет собой объективизированные знания, накопленные к моменту времени t_i (в цифровых двойниках – информационных контейнерах знаний) как результат субъективной интерпретации $I(\cdot)$ сведений о состоянии объекта управления S_{t_i} операционной среды E_{t_i} , (возможного) злонамеренного воздействия D_{t_i} и самого органа управления U_{t_i} » [176].

Применяя вышеуказанный подход к специфике организации

функционирования системы менеджмента, можно сделать следующие предположения. Целесообразно представить состояние объекта управления (системы менеджмента) в виде функциональной зависимости от взвешенной суммы состояний отдельных процессов организации (4.3).

$$S_{t_i} = f\left(\sum_{j=1}^N \alpha^j * s_{t_i}^j\right) \quad (4.10)$$

$$P_{t_i} = f\left(\sum_{j=1}^N \beta^j * p_{t_i}^j\right) \quad (4.11)$$

В качестве цифрового двойника состояния системы в данном случае целесообразно выбрать интегрированную математическую модель, описывающую функциональную зависимость конечного результата деятельности организации, описываемого такими показателями, как выработка, прибыль или рентабельность, от значений критериев результативности отдельных процессов системы менеджмента (4.4).

В свою очередь множество управляющих воздействий в конкретный период времени целесообразно классифицировать по основанию влияния на внешние или внутренние факторы относительно системы.

$$U_{t_i} = U_{t_i}^{in} \cup U_{t_i}^{out} \quad (4.12)$$

Управляющее воздействие $U_{t_i}^{out}$ направлено на минимизацию влияния негативных факторов операционной среды E_{t_i} и помех (деструктивного воздействия) внутренней среды D_{t_i} , а также на максимизацию положительных факторов операционной среды E_{t_i} . Управляющее воздействие $U_{t_i}^{in}$ направлено на трансформацию зависимости (4.3) в целях максимизации конечного результата.

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

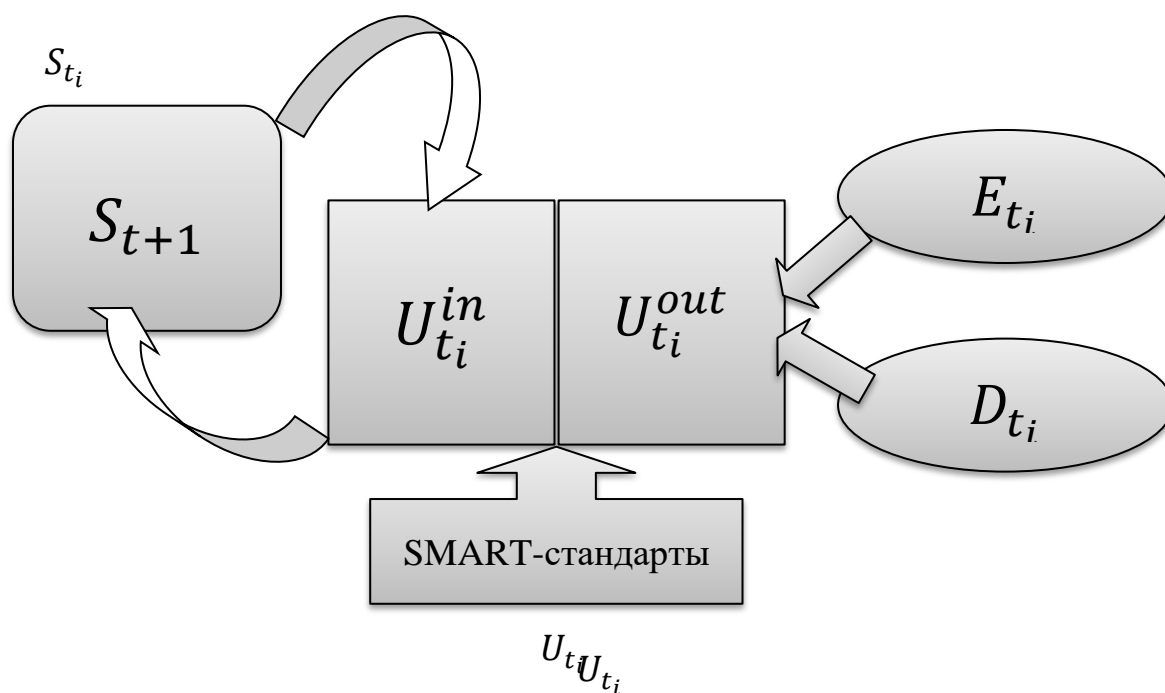


Рисунок 4.4 – Модель цифрового двойника процессов управления на основе SMART-стандартов [176]

Наиболее оптимальным вариантом моделирования процессов функционирования системы менеджмента организации является применение агрегированного цифрового двойника (DTA), 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.

Основные задачи, решаемые посредством цифровых двойников:

1. Провести тестовый запуск процесса или производственной цепочки быстро и без существенных вложений.
2. Обнаружить проблему или уязвимость до того, как будет запущено производство или объект поступит в эксплуатацию.
3. Повысить эффективность процессов или систем, отследив все сбои еще до старта.
4. Снизить риски, в том числе финансовые, а также связанные с безопасностью для жизни и здоровья персонала.
5. Строить долгосрочные прогнозы и планировать развитие компании или

продукта на годы вперед.

По мере того, как данная тенденция будет усиливаться в ближайшие годы, все больше организаций смогут изучать возможности использования цифровых двойников для оптимизации процессов, принятия решений на основе данных в режиме реального времени, а также для разработки новых продуктов, услуг и бизнес-моделей [206].

Проведенное исследование показало практическую применимость инструментов цифровизации, таких как SMART-стандартов для формирования и развития системы стандартизации перехода от линейной экономики к экономике замкнутого цикла. Использование SMART-стандартов, разработанных в рамках выполнения перспективных программ комплексной стандартизации этапов жизненных циклов продукции и ресурсов, для реализации автоматизированных систем управления позволит обеспечить комплексный и системный подход к развитию как самой системы стандартизации перехода от линейной экономики к экономике замкнутого цикла, так и к совершенствованию систем управления экономическими субъектами, построенных на основе этих стандартов. Разработанная модель цифрового двойника процессов управления на основе SMART-стандартов, а также предложенный алгоритм создания агрегированного цифрового двойника системы менеджмента организации замкнутого цикла позволит обосновано подойти к их разработке.

Выводы по главе

В целях методического обеспечения создания системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла на основе проведенного анализа действующих перспективных программ стандартизации, а также методических указаний по разработке программ комплексной стандартизации продукции РД 50-158-82 была определена оптимальная структура перспективной программы комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла. По результатам анализа государственных программных документов социально-экономического развития Российской Федерации по каждой конкретной перспективной программе

комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла в качестве оснований для их разработки предложены соответствующие национальные проекты и стратегии. Кроме того, в рамках конкретизации содержания отдельных разделов перспективных программ стандартизации для каждой из них определены основные исполнители и соисполнители в лице технических комитетов по стандартизации, курирующие министерства и представители крупных промышленных и сервисных компаний в качестве экспертов.

По итогам анализа действующих перспективных программ стандартизации в качестве основного подхода к формированию состава стандартов определен подход на основе жизненного цикла продукции. Дополнительно выделены основные отрасли, в которых целесообразна разработка отраслевых стандартов, а также сформирован приблизительный перечень стандартов «поддержки», направленных на регламентацию отдельных специфических аспектов функционирования системы менеджмента экономики замкнутого цикла.

В целях обеспечения системного подхода к разработке требований стандартов экономики замкнутого цикла с учетом накопленного опыта функционирования систем менеджмента передовых компаний, закрепленных в существующих стандартах, на основе представленного в разделе 3.2 авторского алгоритма кластеризации требований интегрируемых стандартов предложена методика определения механизма интеграции таких требований с использованием нечеткой кластеризации. Разработан алгоритм нечеткой кластеризации, применимый для машинного обучения. На основе данного алгоритма создана нейронная сеть, позволяющая с высокой степенью достоверности выбирать максимально эффективный инструмент интеграции базовых требований интегрируемых стандартов, что значительно снижает трудоемкость процесса разработки стандартов экономики замкнутого цикла.

Доказана практическая применимость SMART-стандартов системы стандартизации перехода от линейной экономики к экономике замкнутого цикла для реализации автоматизированных систем управления, в первую очередь для стандартов перспективных программ комплексной стандартизации этапов

жизненных циклов продукции и ресурсов. Разработана модель цифрового двойника процессов управления на основе SMART-стандартов, а также предложен алгоритм создания агрегированного цифрового двойника системы менеджмента организации замкнутого цикла.

ГЛАВА 5. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОНОМИКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА

5.1. Разработка методики оценки эффективности и результативности системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла

Важным элементом разработки системы стандартизации является оценка ее эффективности и результативности. Традиционные подходы к оценке результативности стандартизации заключаются в оценке степени достижения поставленных целей. Цели создания системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла, представленные в разделе 3.1, классифицированы по трем группам: внешние, внутренние и организационные цели, и степень достижения главной цели можно представить как сумму комплексных показателей результативности соответствующих групп целей. Дерево целей, представленное на рисунке 3.1, демонстрирует составляющие выделенных групп целей, что позволяет рассчитать комплексные показатели по данным группам. Анализ указанных групп целей показал следующее:

- показатели, характеризующие достижение внешних целей, направлены на оценку эффективности процессов стандартизации, так как оценивают изменение макроэкономических показателей вследствие развития системы стандартизации;
- показатели, характеризующие внутренние цели, частично могут быть сформированы на основе обобщения ПР 1323565.1.003-2019 «Методики оценки эффективности деятельности технических комитетов по стандартизации» [194];
- показатели, характеризующие организационные цели, по большей части являются качественными, а не количественными, за исключением отдельных параметров, предполагающих экспертную оценку.

Рассмотрим каждую из представленных групп целей отдельно.

Первая группа показателей должна содержать критерии результативности, характеризующие изменение уровня социально-экономического развития

Российской Федерации, уровня интеграции в мировую экономику и международные системы стандартизации, повышение качества жизни населения и обеспечение устойчивого развития российской экономики. Под эффективностью работ по стандартизации отечественными авторами понимается «соотношение общественного эффекта от применения результатов работ по стандартизации в организации и в государстве в целом и затрат, связанных с их разработкой» [194]. В рамках данного диссертационного исследования под эффективностью стандартизации будет приниматься изменение тренда роста соответствующих показателей.

Эффективность работ по стандартизации является многосоставной характеристикой стандартизации и включает в себя оценку экономических, социальных, технических и информационных составляющих. Для целей формирования системы оценки результативности системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла необходимо при описании данных составляющих учитывать специфику и контекст указанной концепции.

Так, классическое определение экономической эффективности стандартизации требует осуществлять оценку на основе учета влияния разрабатываемых стандартов на следующие аспекты:

- характеристики продукции, отражающие совокупную ее ценность и длительность ее сохранения;
- характеристики процессов на соответствующих стадиях жизненных циклов продукции и ресурсов;
- характеристики социально-экономических отношений между хозяйствующими субъектами и потребителями.

Социальная эффективность работ по стандартизации оценивается характеристиками соответствия требованиям здравоохранения, санитарии и гигиены, изменения уровня негативного воздействия на окружающую среду и производственной безопасности, ресурсосбережения. В частности, такие характеристики выражаются в следующих показателях: экологических, производственных заболеваний, травматизма и аварийности, продолжительности

жизни, а также иных показателях качества жизни населения.

Техническая эффективность работ по стандартизации традиционно выражается «в абсолютных и относительных показателях (на единицу стандартизованной продукции), получаемых в результате применения стандарта (например, снижение вредных воздействий и выбросов, снижение материалоемкости или энергоемкости производства)», что, с учетом специфики экономики замкнутого цикла, частично соответствует показателям экономической эффективности системы стандартизации.

Для выбора показателей оценки экономической эффективности СС ЭЗЦ в работе использованы положения стандартов ISO серии 59000, в частности стандарт ISO 59020:2024. Данный документ стандартизации представляет набор показателей результативности циркулярных подходов или циркулярной деятельности, сгруппированных по следующим группам:

1. Поток входящих ресурсов:

- повторно используемый ресурс $\%_{REUI(X)}$;
- переработанный ресурс $\%_{RECI(X)}$;
- первичный, возобновляемый ресурс $P_{RENI(X)}$;
- первичный, невозобновляемый ресурс.

2. Поток исходящих ресурсов.

- компоненты и изделия, которые используются повторно;
- процент переработанного материала, полученного в результате утилизации;
- изделия и материалы, используемые для возобновляемой рециркуляции.

Показатели: средний срок службы изделия или материала $R_{LP(X)}$; коэффициент повторно используемых продуктов и материалов $P_{REUO(X)}$, коэффициент переработки ресурсов $P_{RECO(X)}$, коэффициент переработки биологических ресурсов $P_{RENO(X)}$.

3. Энергетические ресурсы.

- энергия, получаемая из возобновляемых источников энергии;
- энергия, получаемая из первичных невозобновляемых ресурсов

(например, ископаемого топлива) или возобновляемых материалов, которые не соответствуют требованиям циркулярной экономики;

– энергия, получаемая из остаточных невозобновляемых источников.

Показатели: Средний процент потребляемой энергии, полученной из возобновляемых источников энергии $P_{ECONRE(X)}$.

4. Водные ресурсы.

– сокращение потребления воды: сведение к минимуму потребления воды и управление водными отходами;

– повторное использование воды: применяется к воде, не требующей дополнительной обработки или восстановления для повторного использования на объекте;

– рециркуляция воды на месте: когда требуется дополнительная очистка и переоборудование в рамках производственных процессов и/или на территории объекта для дальнейшего использования или сброса;

– рециркуляция воды за пределами площадки: дополнительная очистка и переоборудование для полезного использования за пределами площадки в качестве альтернативы сбросу в виде промышленных сточных вод.

Показатели: коэффициент использования возвратной воды P_{CWW} , относительный показатель сброса очищенных вод P_{CDW} , коэффициент повторного использования или рециркуляции воды R_{WRR} .

5. Финансово-экономические показатели.

– затраты;

– прибыль.

Показатели: материальная производительность производства R_{MP} , индекс ресурсоемкости экономики I_{RII} .

Все перечисленные выше показатели оценивают результативность реализации стратегий и механизмов экономики замкнутого цикла. Для анализа эффективности стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла автор использует оценку изменения данных показателей до создания и реализации системы стандартизации перехода от линейной экономики к экономике

замкнутого цикла и после ее реализации. Из этого следует, что необходимо разработать комплекс относительных динамических показателей, характеризующих изменения предложенных в ISO/FDIS 59020:2024 параметров. Представляется целесообразным ввести комплексные критерии по пяти выделенным в стандарте группам показателей, что позволит повысить наглядность результатов и упростит выделение и анализ их изменений.

В частности, индекс использования вторичных ресурсов рассчитывается как сумма показателей потока входящих ресурсов:

$$I_{in} = \%_{REUI(X)} + \%_{RECI(X)} + P_{RENI(X)} \quad (5.1)$$

а оценка эффективности стандартизации по данному индексу:

$$\Delta_{in} = I_{in}(t_{i+1}) - I_{in}(t_i) \quad (5.2)$$

Комплексный индекс циркулярности по утилизационным потокам будет выглядеть следующим образом:

$$I_{out} = P_{REUO(X)} + P_{RECO(X)} + P_{RENO(X)} \quad (5.3)$$

и оценка эффективности стандартизации по данному индексу:

$$\Delta_{out} = I_{out}(t_{i+1}) - I_{out}(t_i) \quad (5.4)$$

Как видно из характера формул (5.1) и (5.3), с течением времени и по мере совершенствования деятельности по реализации экономики замкнутого цикла данные индексы стремятся к 100 %, а величины оценки результативности стандартизации Δ_{in} и Δ_{out} должны быть положительными.

Следующие группы показателей описывают уровень циркулярности по отдельным видам ресурсов и могут быть использованы в качестве частных показателей эффективности стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла.

Самый простой вариант связан с оценкой циркулярности энергетических ресурсов:

$$\Delta_{en} = P_{ECONRE(X)}(t_{i+1}) - P_{ECONRE(X)}(t_i) \quad (5.5)$$

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

Индекс циркулярности водных ресурсов:

$$I_w = P_{CWW} + P_{CDW} \quad (5.6)$$

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

Для целей оценки эффективности стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла в работе предложен расчет изменения индекса циркулярности водных ресурсов. Так, коэффициент рециркуляции водных ресурсов R_{WRR} отражает уровень потерь водных ресурсов вследствие недостаточного технического уровня процессов их восстановления и может использоваться в качестве дублирующего показателя для проверки достоверности основных результатов оценки:

$$\Delta_w = I_w(t_{i+1}) - I_w(t_i) \quad (5.7)$$

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

$$K^{micro} = \alpha(\Delta_{in}^{micro} + \Delta_{out}^{micro}) + \beta(\Delta_{en}^{micro} + \Delta_w^{micro}) + \gamma\Delta R_{MP}, \quad (5.8)$$

$$K^{macro} = \alpha(\Delta_{in}^{macro} + \Delta_{out}^{macro}) + \beta(\Delta_{en}^{macro} + \Delta_w^{macro}) + \gamma\Delta I_{RII}, \quad (5.9)$$

где α , β , γ – весовые коэффициенты, характеризующие значимость составляющих комплексного критерия, определяемые эмпирическим методом.

Основным препятствием для применения такой системы оценки является достаточно большое различие в видах статистических данных, используемых в Российской Федерации от международных подходов. В качестве примера отличий подходов приведем расчет показателей по группе «поток входящих ресурсов». В частности, статистический сборник Росстата «Охрана окружающей среды в

России» за 2022 год содержит ограниченный перечень информации (таблица 5.1), что позволяет рассчитать лишь ограниченное число представленных выше показателей.

Таблица 5.1. Показатели для расчета по группе «поток входящих ресурсов».

Показатели	2017	2018	2019	2020	2021
Образование отходов производства и потребления ресурсов (тысяч тонн)	32564,5	351626,1	410361	437246,5	462138,3
Доля ветровой и солнечной энергии в производстве электроэнергии (%) $P_{ECONRE(X)}$	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5
Переработанный ресурс (%) $\%_{RECI(X)}$	0,0	4,8	6,0	7,7	5,6
Повторное применение (рециклинг) (%) $\%_{REUI(X)}$	3,0	6,5	4,6	4,5	5,2

Таблица разработана автором на основе данных Росстата [180]

Так, например, индекс использования вторичных ресурсов I_{in} , рассчитываемый по формуле 5.1, будет иметь вид, представленный на рисунке 5.1.

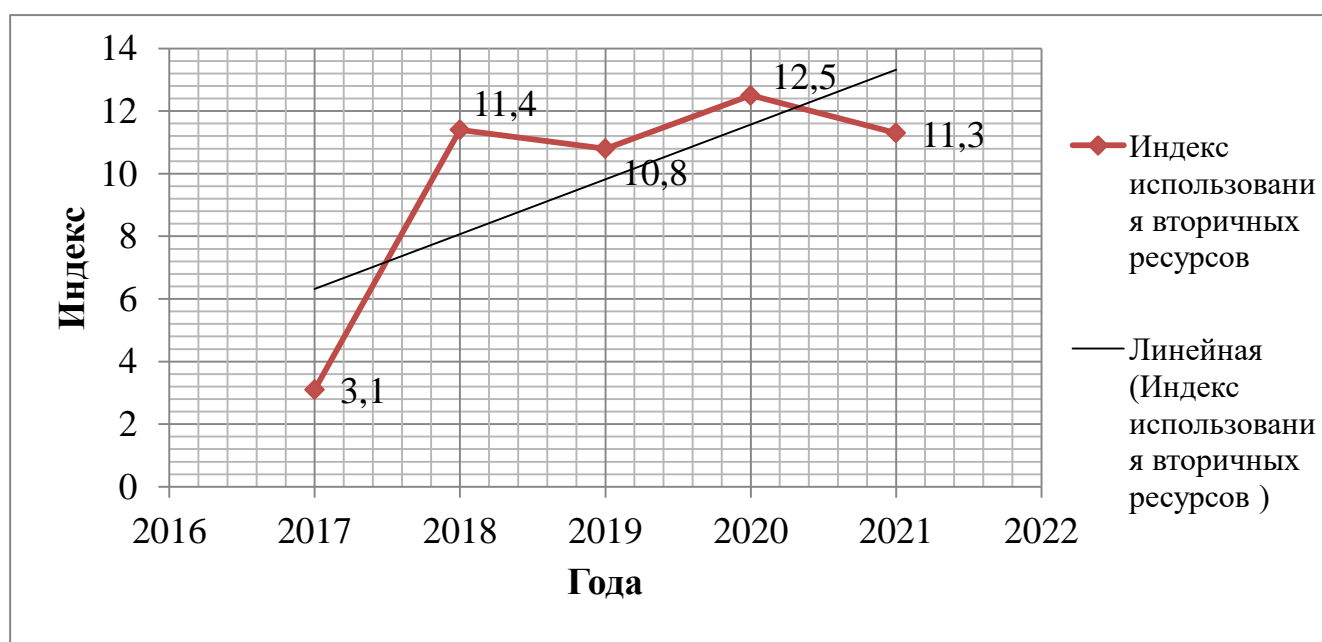


Рисунок 5.1 – Индекс использования вторичных ресурсов за 2017–2021 годы
(разработан автором)

Оценка экономической эффективности на основе индекса использования вторичных ресурсов будет осуществляться посредством расчета изменения текущего тренда, представленного на графике в виде тренда линейного

приближения.

Также по имеющимся данным можно рассчитать средний процент потребляемой энергии, полученной из возобновляемых источников энергии $P_{ECONRE(X)}$. Полученный результат представлен на рисунке 5.2.

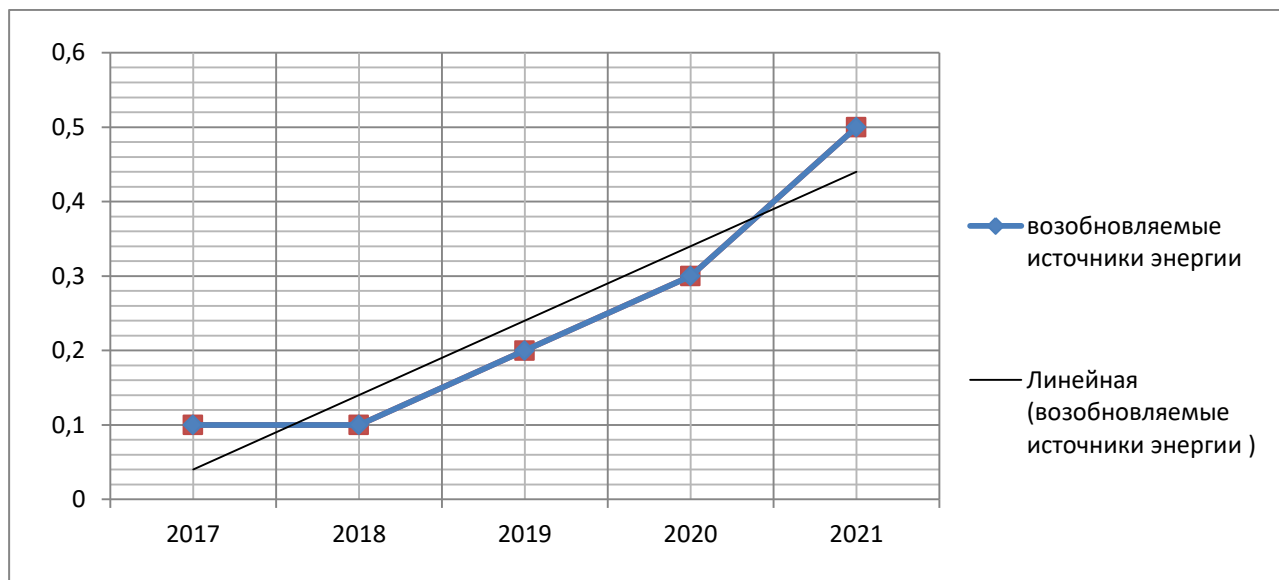


Рисунок 5.2. – Средний процент потребляемой энергии, полученной из возобновляемых источников энергии за 2017–2021 годы
(разработан автором)

В данном случае оценка экономической эффективности на основе среднего процента потребляемой энергии, полученной из возобновляемых источников энергии, также будет осуществляться посредством расчета изменения текущего тренда.

Предложенная методика помимо прямого использования для оценки экономической эффективности реализации системы перспективных программ стандартизации экономики замкнутого цикла, может быть использована для контроля достоверности оценок уровня зрелости экономики замкнутого цикла. Такой контроль осуществляется путем сравнения трендов изменения комплексных критериев экономической эффективности на микро- и макроуровнях с ростом уровня циркулярности отдельной организации или экономики в целом.

Оценка социальной эффективности стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла может быть реализована по примеру оценки устойчивого

развития бизнеса или региона. Существует достаточно большое количество различных подходов к реализации такой оценки, и наиболее распространенными являются различные системы социальной отчетности.

Из всего разнообразия подходов к формированию системы социальной ответственности и отчетности автор рекомендует остановиться на методических рекомендациях по подготовке отчетности об устойчивом развитии, установленных приказом Минэкономразвития России № 764 от 01.11.2023 и стандартах GRI.

Методические рекомендации по подготовке отчетности об устойчивом развитии, утвержденные приказом Минэкономразвития России № 764 от 01.11.2023 [6], помимо организационно-управленческих аспектов формирования отчетности об устойчивом развитии, содержат перечень ключевых показателей отчетности, сгруппированных в три блока: экономические, экологические и социальные показатели. При разработке системы оценки результативности системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла первые два блока показателей можно использовать для полноты и адекватности предложенных выше показателей, сформированных на основе ISO/FDIS 59020:2024. В свою очередь блок социальных показателей может стать основой для разработки показателей оценки социальной эффективности стандартизации. Анализ перечня социальных показателей устойчивого развития, представленных в рассматриваемых рекомендациях, показал их значительный акцент на оценке затрат на социальные вопросы и деятельность предприятия в области охраны труда. Непосредственное использование таких показателей при оценке социальной эффективности стандартизации процессов перехода к экономике замкнутого цикла нецелесообразно, при определенной их коррекции и дополнении возможно формирование на их основе соответствующих критериев социальной эффективности.

Из всего перечня социальных показателей автором были выбраны следующие показатели, частично отражающие вклад стандартизации ЭЗЦ в социальную составляющую устойчивого развития:

1. Расходы на оплату труда.
2. Средняя заработная плата, всего, в том числе:
 - по группам занятий;
 - по полу;
 - по возрастным группам;
3. Расходы на обучение работников, всего,
 - в том числе в среднем на одного работника.
4. Среднее количество часов обучения в год на одного работника по группам занятий.
5. Расходы на участие в поддержке социальных программ, не направленных на работников и членов их семей,
 - всего;
 - в том числе, в сфере образования.

Сравнительный анализ различных инструментов рейтингования, применяемых для ранжирования организаций, реализующих ESG концепции, позволил сформировать набор применимых взаимосвязанных показателей оценки экономической и социальной эффективности стандартизации процессов перехода к экономике замкнутого цикла.

В то же время необходимо отметить узкую направленность выделенных выше параметров на обеспечение реализации социальной составляющей устойчивого развития отдельного бизнеса, что не позволяет их использовать для оценки социальной эффективности стандартизации процессов перехода к экономике замкнутого цикла напрямую. В целях конкретизации показателей социальной эффективности стандартизации были проанализированы подходы к оценке качества жизни населения, в результате чего выделены четыре составляющие: доходы населения, жилищно-коммунальная и социальная инфраструктура, экология и экосистема человеческого развития.

Стандарты экономики замкнутого цикла напрямую оказывают воздействие на экологическую составляющую качества жизни населения и косвенное влияние на доходы и экосистему человеческого развития.

Рассмотрев значительное количество разнообразных систем оценки уровня устойчивого развития и качества жизни [199, 201, 203, 222, 233, 236, 238, 239], а также соответствующие методики формирования рейтинга в указанных областях, автор пришел к выводу, что подавляющее большинство показателей социальной направленности в той или иной степени пересекаются и дублируются. Данный факт позволил сформировать оптимальный набор показателей социальной направленности, изменение которых позволит сделать вывод о социальной эффективности стандартизации процессов перехода к экономике замкнутого цикла.

После устранения всех дублирующих и малоинформативных методик в качестве основы для построения набора показателей социальной направленности были выбраны: система показателей уровня жизни населения, разработанная Римашевской Н. М. [203]; рейтинг «Качество жизни в российских регионах» агентства РИА Рейтинг [201]; Международный индекс счастья, разработанный Фондом новой экономики (New Economics Foundation) [236]; Индикатор подлинного прогресса Genuine Progress Indicator, разработанный Center for Sustainable Economy [222]; Индекс социального прогресса Social Progress Index (SPI) [233], Рейтинг «Города возможностей» компании PWC [220] и ESG Performance Score ESG-Book 2023. Результаты сравнительного анализа показателей вышеуказанных систем оценки представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Сравнительный анализ показателей социальной направленности

Показатели по Римашевской Н.М.	Рейтинг «Качество жизни в российских регионах»	Международный индекс счастья	Индикатор подлинного прогресса/ Рейтинг «Города возможностей»
Доходы (уровень и структура по форме и источникам поступления)	– уровень доходов населения; – доля населения с доходами ниже прожиточного минимума	Нет показателей	Нет показателей

Сфера услуг по видам обслуживания (обеспеченность услугами)	Нет показателей	Нет показателей	санитария и водопровод (доступ к водопроводу в городских и сельских местностях)
Нет показателей	– экологические и климатические условия	– «экологический след» – воздействие человека на окружающую среду, а также ряд других показателей.	– издержки домохозяйств на борьбу с загрязнением; – цена загрязнения воды; – цена загрязнения воздуха; – цена шумового загрязнения; – потери водно-болотных угодий; – потери сельскохозяйственных угодий; – истощение невозобновляемых ресурсов; – долгосрочный экологический ущерб; – разрушение озонового слоя; – уменьшение лесного покрова
уровень потребления	Нет показателей	Нет показателей	Нет показателей
структура по видам потребностей, форме организации потребления (коллективное, индивидуальное)	Нет показателей	Нет показателей	– расходы на товары длительного пользования; – цена ежедневных поездок

IV. Показатели здоровья и демографические характеристики (уровень смертности, рождаемости, брачности, разводимости, число дней временной нетрудоспособности работающих)	– демографическая ситуация; – ожидаемая продолжительность жизни при рождении; – уровень младенческой смертности; – смертность населения трудоспособного возраста	– ожидаемая продолжительность жизни	Нет показателей
V. Показатели влияния образа жизни и быта на индивидуальную производительность труда (процент выполнения норм выработки)	Нет показателей	Нет показателей	Нет показателей
VI. Показатели социальной мобильности (уровень квалификации и темп ее роста)	Нет показателей	Нет показателей	Нет показателей
VII. Мнение населения относительно своего благосостояния (общая оценка, предпочтения относительно путей улучшения жизненного уровня)	Нет показателей	Нет показателей	Нет показателей
Нет показателей	– уровень безработицы	Нет показателей	Нет показателей

Таблица разработана автором

Основываясь на данном анализе, были выделены следующие группы

показателей:

- доходы населения;
- обеспеченность видами услуг;
- уровень потребления;
- экологические и климатические условия;
- показатели здоровья и демографические характеристики;
- интеллектуальный капитал и инновации;
- показатели влияния образа жизни и быта на индивидуальную

производительность труда;

- показатели социальной мобильности;
- уровень безработицы;
- мнение населения относительно своего благосостояния.

Состав каждой из групп показателей автор определил на основе интеграции различных методик, выбрав наиболее подходящие для целей оценки социальной эффективности стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла. В результате проведенной работы были сформированы следующие группы показателей:

I. Группа показателей «доходы населения» содержит следующие показатели (в рублях):

1. Расходы на оплату труда.
2. Средняя заработная плата всего, в том числе:
 - по группам занятий,
 - по полу,
 - по возрастным группам [5].

II. Группа показателей «обеспеченность видами услуг» содержит следующие показатели (в процентах к общему числу домохозяйств):

1. доступ к услугам санитарии и водопроводу (Индекс социального прогресса Social Progress Index) [233];
2. доступ к услугам газоснабжения.

III. Группа показателей «уровень потребления» содержит следующие

показатели (в рублях):

1. структура по форме организации потребления (коллективное, индивидуальное) [5];

2. расходы на товары длительного пользования;

3. цена ежедневных поездок.

Источник информации «Индикаторы подлинного прогресса» [222].

IV. Группа показателей «экологические и климатические условия» содержит следующие показатели:

1. «экологический след» – воздействие человека на окружающую среду (Международный индекс счастья) [236];

2. издержки домохозяйств на борьбу с загрязнением;

3. цена загрязнения воды;

4. цена загрязнения воздуха;

5. цена шумового загрязнения;

6. потери водно-болотных угодий;

7. потери сельскохозяйственных угодий;

8. истощение невозобновляемых ресурсов;

9. долгосрочный экологический ущерб;

10. разрушение озонового слоя;

11. уменьшение лесного покрова.

Источник информации «Индикаторы подлинного прогресса» [222].

V. Группа показателей «показатели здоровья и демографические характеристики» содержит следующие показатели:

1. естественный прирост/убыль населения;

2. ожидаемая продолжительность жизни при рождении;

3. уровень младенческой смертности;

4. смертность населения трудоспособного возраста.

Источник информации «Качество жизни в российских регионах» РИА «Рейтинг» [201].

VI. Группа показателей «интеллектуальный капитал и инновации» содержит

следующие показатели:

1. Расходы на обучение работников:

– всего;

– в том числе в среднем на одного работника

2. Среднее количество часов обучения в год на одного работника по группам занятий.

3. Расходы на участие в поддержке социальных программ, не направленных на работников и членов их семей:

– всего;

– в том числе в сфере образования [5].

4. Приобретение математических и научных знаний.

5. Уровень грамотности и коэффициент зачисления в учебные заведения.

6. Доля населения с высшим образованием.

Источник информации – Рейтинг «Города возможностей» компании PWC [220].

VII. Группа показателей «показатели влияния образа жизни и быта на индивидуальную производительность труда» содержит следующие показатели:

1. процент выполнения норм выработки;

2. производительность труда [5].

VIII. Группа показателей «показатели социальной мобильности» содержит следующие показатели:

1. уровень квалификации работников;

2. темп роста квалификации работников [5].

IX. Группа показателей «уровень безработицы» содержит следующие показатели:

1. уровень безработицы;

2. темп изменения уровня безработицы [5].

X. Группа показателей «мнение населения относительно своего благосостояния» содержит следующие показатели:

1. общая оценка жизненного уровня;

2. предпочтения относительно путей улучшения жизненного уровня [5].

Информационная эффективность работ по стандартизации процессов перехода к экономике замкнутого цикла оценивается посредством определения полноты и целостности, представленной в стандартах, информации и степенью применимости ее на практике. Особую важность информационная эффективность работ по стандартизации имеет для организации работ в рамках договорно-правовых отношений субъектов хозяйственной деятельности друг с другом и с органами государственного управления, а также в международных научно-технических и торгово-экономических отношениях. Косвенным параметром оценки информационной эффективности стандартизации может являться количество организаций, сертифицированных на соответствие стандартам экономики замкнутого цикла.

Для оценки результативности достижения внутренних и организационных целей системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла, а также реализации системы перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла автор предлагает рассмотреть опыт оценки эффективности работы технических комитетов по стандартизации, изложенный в документе «Правила стандартизации. Методика оценки эффективности деятельности технических комитетов по стандартизации» ПР 1323565.1.003-2019[194]. Данная методика предполагает количественную оценку результатов работы технических комитетов по стандартизации по следующим направлениям деятельности:

- «показатель эффективности деятельности ТК в отношении работ по национальной стандартизации;
- показатель эффективности деятельности ТК в отношении работ по межгосударственной стандартизации;
- показатель эффективности деятельности ТК в отношении работ по международной стандартизации;
- показатель организованности и открытости (прозрачности) деятельности ТК» [194].

Необходимо отметить, применение в вышеуказанных показателях термина «эффективность» не вполне обоснованно, так как затраты на достижение поставленных целей в них не учитываются. Более обоснованным автор считает использование термина «результативность». Таким образом, из представленных показателей подходящими для целей настоящего исследования после адаптации к специфике стандартизации процессов перехода к экономике замкнутого цикла являются «показатель результативности деятельности по стандартизации ЭЗЦ» и «показатель организованности и открытости (прозрачности) деятельности ТК». Кроме того, ввиду необходимости значительного участия в разработке стандартов экономики замкнутого цикла непрофильных технических комитетов по стандартизации и представителей бизнес-сообщества целесообразно ввести «показатель уровня участия соисполнителей в деятельности по стандартизации ЭЗЦ».

Расчет показателя результативности деятельности ТК в отношении работ по стандартизации процессов перехода к экономике замкнутого цикла осуществляется по аналогии с методикой ПР 1323565.1.003-2019 с учетом отсутствия деления стандартов по основанию источника финансирования:

$$P_N = \frac{N_2}{N_1}, \quad (5.10)$$

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.

В качестве альтернативы можно использовать показатель результативности деятельности по реализации работ в рамках СС ЭЗЦ, учитывающий весовые коэффициенты значимости реализации отдельных перспективных программ комплексной стандартизации ЭЗЦ:

$$P_S = \sum \alpha_i \frac{N_{2i}}{N_{1i}}, \quad (5.11)$$

где N_{2i} – число проектов стандартов и проектов изменений к действующим

национальным стандартам, которые разработаны и прошли экспертизу в рамках реализации *i*-той перспективной программы комплексной стандартизации ЭЗЦ;

N_{1i} – общее число тем по разработке и обновлению национальных стандартов, включенных в *i*-тую перспективную программу комплексной стандартизации ЭЗЦ;

α_i – весовой коэффициент, характеризующий значение *i*-той перспективной программы комплексной стандартизации ЭЗЦ.

Расчет показателя организованности и открытости (прозрачности) деятельности ТК целесообразно определить на основе критического анализа подобного показателя из методики ПР 1323565.1.003-2019.

$$P_o = P_{o1} + P_{o2} + P_{o3} + P_{o4} + P_{o5} - P_{o6} \quad (5.12)$$

Данный показатель является интегральным и содержит шесть частных показателей:

- P_{o1} – показатель реализации перспективной программы работы ТК;
- 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_{o5} – показатель уровня профессионализма в области стандартизации;
- P_{o6} – показатель уровня конфликтности в ТК.

Для целей настоящего исследования первый частный показатель P_{o1} должен быть исключен, так как он дублирует предыдущий показатель эффективности деятельности ТК в отношении работ по стандартизации. Кроме того, целесообразно исключить отрицательные значения показателя организационного обеспечения работы ТК и показателя своевременности и полноты, так как при невыполнении значительного количества частных показателей интегральный показатель P_o примет отрицательные значения, что будет искажать обобщенный результат оценки результативности работы ТК.

С учетом специфики СС ЭЗЦ показатель организованности и открытости (прозрачности) деятельности ТК предложено определять следующим образом:

$$P_o = P_{o2} + P_{o3} + P_{o4} + P_{o5} + P_{o6}, \quad (5.13)$$

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_{o5} – показатель уровня профессионализма в области стандартизации;

P_{o6} – показатель уровня конфликтности в ТК.

Значения показателей открытости и уровня профессионализма выбираются в соответствии с методикой ПР 1323565.1.003-2019. «Значение показателя организационного обеспечения работы ТК определяют исходя из числа заседаний комитета (в том числе заочных), проведенных в отчетном году»:

– если проведено три заседания или более, то 0,2;

– если проведено менее трех заседаний, то 0,1;

– если не проведено ни одного заседания, то 0.

«Значение показателя своевременности и полноты, предоставленного в Росстандарт ежегодного отчета о деятельности ТК в прошедшем году, определяют исходя из следующих критериев»:

– если данный отчет предоставлен своевременно и в полном объеме, то 0,2;

– если данный отчет предоставлен в полном объеме, но с опозданием не более чем на 10 дней, то 0,1;

– если данный отчет предоставлен не в полном объеме или не предоставлен, то 0.

«Значение показателя уровня конфликтности в ТК определяют исходя из наличия жалоб (апелляций), связанных с работой ТК»:

– 0,2 – при отсутствии жалоб (апелляций);

– 0,1 – при наличии жалоб (апелляций) и при принятии по ним апелляционной комиссией решений в пользу ТК;

– 0 – при наличии жалоб (апелляций).

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

$$P_P = \frac{S_2}{S_1} + \frac{S_3}{S_1}, \quad (5.14)$$

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.

Полученные результаты оценки эффективности и результативности должны быть проанализированы головным исполнителем системы перспективных программ комплексной стандартизации ЭЗЦ и положены в основу корректировки соответствующих программ стандартизации.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Предложенные показатели экономической эффективности стандартизации процессов перехода к экономике замкнутого цикла для своего расчета позволяют использовать как отечественную систему статистической отчетности, так и международную. Применение данных показателей обеспечивает оценку экономической эффективности стандартизации как на уровне отдельных организаций, так и на уровне российской экономики в целом.

2. Показатели социальной эффективности стандартизации процессов перехода к экономике замкнутого цикла 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 Российской Федерации.

3. 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.

5.2. Макроэкономическая модель оценки экономического эффекта формирования экономики замкнутого цикла

Переход от базовой линейной экономической модели к циклической требует системных изменений и фундаментального переосмысления базовых привычек, образа мышления и бизнес-подходов. Именно поэтому в рамках большинства национальных «дорожных карт» переход к экономике замкнутого цикла ведется при вовлечении государства, бизнеса и населения. Население формирует спрос на «зеленую» продукцию, бизнес обеспечивает предложение такой продукции через инновации и новые бизнес-модели, государство поощряет развитие экономики замкнутого цикла и создает для нее правовые рамки.

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 необходимо определить вклад циркулярных технологических и управленческих инноваций в интегральный показатель результативности экономики – внутренний валовой продукт. Один из вариантов такой оценки представлен далее.

Автор предлагает использовать оценку вклада факторов производства в результат деятельности организации посредством производственной функции, которая описывает зависимость между набором факторов и максимально возможным объемом продукта, производимым с помощью данного набора факторов.

В наиболее общем виде производственная функция выглядит следующим

образом:

$$Q = f(K, L, M, T, N), \quad (5.15)$$

где L – объем выпуска;

K – капитал (оборудование);

M – сырье, материалы;

T – технология;

N – предпринимательские способности.

Наиболее простым представлением такой функции является двухфакторная модель производственной функции Кобба-Дугласа, с помощью которой раскрывается взаимосвязь труда (L) и капитала (K).

$$Q = AK^\alpha * L^\beta \quad (5.16)$$

Свойства производственных функций исследовались в ряде работ, при этом основные ограничения, накладываемые на выражение (5.16), связаны с введением требований Инады:

1. Функция $f(X)=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ обращается в ноль, если хотя бы один из ресурсов равен нулю. Если для некоторого $i=1, 2, \dots, n$ $x_i=0$, то $f(X)=f(x_1, x_2, \dots, 0, \dots, x_n) = 0$. Другими словами, все ресурсы являются необходимыми для производства.

2. Функция $f(X)=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ является дифференцируемой и возрастающей по каждому аргументу (ресурсу) x_i .

Очевидно, что функция Кобба-Дугласа (для $\alpha > 0, \beta > 0$) отвечает требованиям Инады и в этом смысле является производственной.

В ряде случаев при анализе функции вида $f(X)=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, описывающей зависимость объема выпуска от производственных факторов, приходится учитывать, что для того или иного фактора производства первое условие Инады не выполняется, так как этот фактор x_i не является необходимым ресурсом. Он, безусловно, сказывается на объеме выпуска \mathcal{R} , однако даже при $x_i=0$, $f(x_1, x_2, \dots, 0, \dots, x_n) \neq 0$.

Назовем функцию $\mathcal{R} = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, описывающую зависимость объема выпуска \mathcal{R} от производственных факторов x_1, x_2, \dots, x_n , квазипроизводственной

функцией, если для нее не выполнено первое условие Инады, хотя второе условие выполняется. Другими словами, если $\mathcal{N} = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ – квазипроизводственная функция, то для ресурса $x_i = 0$, выполняется неравенство:

$$\mathcal{N} = f(x_1, x_2, \dots, 0, \dots, x_n) \neq 0 \quad (5.17)$$

Введенное понятие позволяет корректно использовать аппарат производственных функций в данном исследовании [127].

Таким образом, квазипроизводственную функцию можно использовать для оценки эффективности стандартизации при переходе к экономике замкнутого цикла. В качестве параметров оценки вклада стандартизации экономики замкнутого цикла будем использовать следующие индикаторы:

- использование отходов производства и потребления, млн тонн;
- специальные затраты, связанные с экологическими инновациями, млн руб.;
- разработанные передовые производственные технологии «Зеленые» технологии;
- образование отходов производства и потребления по видам экономической деятельности, млн тонн;
- использование и обезвреживание отходов производства и потребления по видам экономической деятельности, млн тонн.

Сложности выбора параметров модели оценки эффективности управленческих и организационных инноваций связаны с определением результатов таких инноваций и их количественной оценкой.

С целью доказательства данной гипотезы рассмотрим функцию, описывающую зависимость валового внутреннего продукта (ВВП) Российской Федерации VVP (в % к базовому 2008 году) от 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 – образование отходов производства и потребления по видам экономической деятельности, млн тонн;

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

Зависимость VVP от указанных производственных факторов представим в виде:

$$VVP = \varphi E^{\alpha} I^{\beta} Q^{\gamma} T^{\delta} K^{\tau}, \quad (5.18)$$

где $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 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 в том числе затраты труда.

Очевидно, что функция (4) является квазипроизводственной, так как для нее не выполнено первое условие Инады, например, в отношении фактора Q . Это следует из следующего факта: 20–30 лет тому назад не было ни одного предприятия России, внедряющего «зеленые технологии», однако предприятия производили продукцию и при этом $VVP \neq 0$.

Таким образом, необходимо указать, что функция $VVP = \varphi E^{\alpha} I^{\beta} Q^{\gamma} T^{\delta} K^{\tau}$ для $Q = 0$ не определена.

В окончательном виде расчетная макроэкономическая модель для определения влияния принципов экономики замкнутого цикла и смежных производственных факторов на ВВП будет иметь следующий вид:

$$\widehat{VVP} = \varphi E^{\alpha} I^{\beta} Q^{\gamma} T^{\delta} K^{\tau} \quad (5.19)$$

Для определения макроэкономической модели оценки влияния принципов экономики замкнутого цикла и смежных производственных факторов на результативность экономики РФ использовались исходные данные за 15 лет с 2008 по 2022 год. Предварительный корреляционный анализ позволил установить поля корреляций, отражающие связь между каждым фактором и ВВП. Между всеми факторами и ВВП наблюдается тесная корреляционная связь. Коэффициент детерминации R^2 характеризует долю дисперсии зависимой переменной VVP ,

объясняемую рассматриваемой моделью (т.е. анализируемыми производственными факторами). Считается, что «хорошая» регрессионная модель должна объяснять порядка 70 % вариации зависимой переменной, то есть модель регрессии успешна, когда $R^2 > 0,7$. [128] В нашем случае R^2 для всех факторов, кроме фактора I , очень высок (превышает значение 0,8); для специальных затрат, связанных с экологическими инновациями, он составляет 0,306, что свидетельствует о незначимой связи этого фактора и ВВП.

Для проведения корреляционного анализа при помощи программного пакета для эконометрического анализа Gretl получена матрица коэффициентов парных корреляций (табл. 5.3), которая показывает наличие или отсутствие коллинеарности между парами факторов и между факторами и ВВП. Как видно из таб. 5.3, между всеми факторами наблюдается тесная линейная связь. В связи с этим выдвигается гипотеза о наличии мультиколлинеарности в модели. Следствием мультиколлинеарности служит плохая обусловленность матрицы $X^T X$ системы нормальных уравнений и неустойчивость оценок коэффициентов регрессии (α , β , γ , δ , τ и φ), полученных методом наименьших квадратов (МНК).

Таблица 5.3 – Матрица парных корреляций

	LnVVP	LnE	Ln I	Ln Q	LnT	Ln K
Ln VVP	1					
LnE	0,8763	1				
Ln I	-0,3721	-0,3286	1			
Ln Q	0,9081	0,7713	-0,2551	1		
LnT	0,9620	0,9260	-0,3218	0,8853	1	
Ln K	0,9217	0,7628	-0,2597	0,8786	0,9499	1

Таблица разработана автором

На каждой такой величине парного коэффициента корреляции частично сказывается влияние других переменных, тесно связанных в нашей задаче друг с другом, поэтому необходимо дополнительно рассмотреть другие оценки наличия мультиколлинеарности.

По результатам анализа наблюдается тесная корреляционная связь каждого фактора с зависимой переменной ВВП. Параллельно были рассчитаны частные и получастные коэффициенты корреляции всех факторов с результирующей

переменной, коэффициенты толерантности и бета-коэффициенты, чтобы оценить влияние рассматриваемых в модели (5.19) факторов на ВВП (табл. 5.4).

Частная корреляция представляет самостоятельный вклад соответствующей независимой переменной в предсказание зависимой переменной. Получастные корреляции являются корреляциями между соответствующей независимой переменной, скорректированной относительно других переменных, и исходной (нескорректированной) зависимой переменной.

Таблица 5.4 – Частные и получастные коэффициенты корреляции

	Beta in	Partial Cor.	Semipart Cor.	Tolerance	R-square	t(1)	p-level
Ln T	-0,845043	-0,186132	-0,043375	0,002635	0,997365	-0,501218	0,631592
Ln I	-0,055714	-0,198661	-0,046411	0,693923	0,306077	-0,536298	0,608366
Ln Q	0,253239	0,439822	0,112131	0,196061	0,803939	1,295712	0,236162
Ln E	2,451308	0,253324	0,059958	0,000598	0,999402	0,692831	0,510740
Ln K	-0,999074	-0,181806	-0,042332	0,001795	0,998205	-0,489166	0,639678

Таблица разработана автором

В нашей задаче частные и получастные корреляции значительно различаются (получастная корреляция гораздо меньше частной). Если получастная корреляция очень мала, в то время как частная корреляция относительно велика, то соответствующая переменная может иметь самостоятельную «часть» в объяснении изменчивости зависимой переменной (т.е. «часть», которая не объясняется другими переменными). Самыми высокими коэффициентами частной корреляции с зависимой переменной наряду с малыми получастными обладают факторы Ln T и Ln Q (таблица 5.4).

В табл. 5.4 также представлены бета-коэффициенты – это коэффициенты, которые получатся, если предварительно стандартизовать все переменные к среднему "0" и стандартному отклонению "1". Таким образом, величина этих бета-коэффициентов позволяет сравнивать относительный вклад каждой независимой переменной в предсказание зависимой переменной. Как следует из анализа таблицы 5.4. применительно к бета-коэффициентам, наибольший вклад вносят факторы Ln T и Ln Q, что было выявлено и при анализе частных корреляций.

Так как одним из самых важных условий классической регрессионной теории является предположение о *независимости* объясняющих переменных, которое нарушается в нашей задаче, то вместо применения классического метода наименьших квадратов будем использовать оценки значений параметров модели (5.19), полученные методом ридж-регрессии (гребневой регрессии), которая была предложена Херлом в 1962 году. В этом случае оценки параметров (коэффициентов эластичности) получаются несколько «хуже», чем при использовании МНК (оказываются смещенными), однако они могут быть использованы на практике.

Ридж-регрессия отличается устойчивостью для случаев сильной коррелированности независимых переменных друг с другом. В отличие от метода наименьших квадратов, дающего несмещенные оценки коэффициентов уравнения, в методе гребневой регрессии оценки смещенные, но при этом они имеют меньшую дисперсию. Поэтому такие оценки могут давать более точные и приемлемые для практического использования модели результаты.

Анализ таблицы 5.4 показал, что наибольшее влияние на зависимую переменную оказывает фактор $\ln T$. Построим однофакторную линейную модель (таблицы 5.5 и 5.6), затем воспользуемся методом включения факторов в построенную модель. Другими словами, программа исследования заключается в том, чтобы в однофакторную модель регрессии последовательно включать новые факторы с последующей оценкой их вклада в ВВП.

Таблица 5.5 – Однофакторная линейная модель (с $\ln T$) и ее характеристики

	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(5)	p-level
Intercept			-1,54473	0,575123	-2,68592	0,021183
LnT	0,961999	0,082328	1,37095	0,117327	11,68492	0,000000

Таблица разработана автором

Таблица 5.6 – Анализ однофакторной модели

	BetaIn	PartialCor.	SemipartCor.	Tolerance	R-square	t(4)	p-level
LnT	0,961999	0,961999	0,961999	1,000000	0,00	11,68492	0,000000

Таблица разработана автором

Модель имеет вид $\ln \widehat{VVP} = -1,54473 + 1,37095 \ln T$. Характеристики,

представленные в таблице 5.6., показывают, что линейная модель значима в целом и значим коэффициент при факторе на уровне 8 %.

Наилучшим по вкладу в вариацию зависимой переменной (таблица 5.4) $\ln \widehat{VVP}$, помимо фактора $\ln T$, служит фактор $\ln Q$. Включим его в модель и проанализируем полученные результаты.

Из таблицы парных корреляций (таблица 5.3) видна тесная связь указанного фактора с фактором $\ln Q$ ($r_{TQ} = 0,8853 > 0,7$). При наличии коллинеарности в факторах используется ридж-регрессия.

По рисунку 5.3 видно, что стабилизация коэффициентов происходит в границах значений параметра $\lambda = 0,2 - 0,4$. В таблице 5.7 представлены результаты важных характеристик для выбора параметра λ .

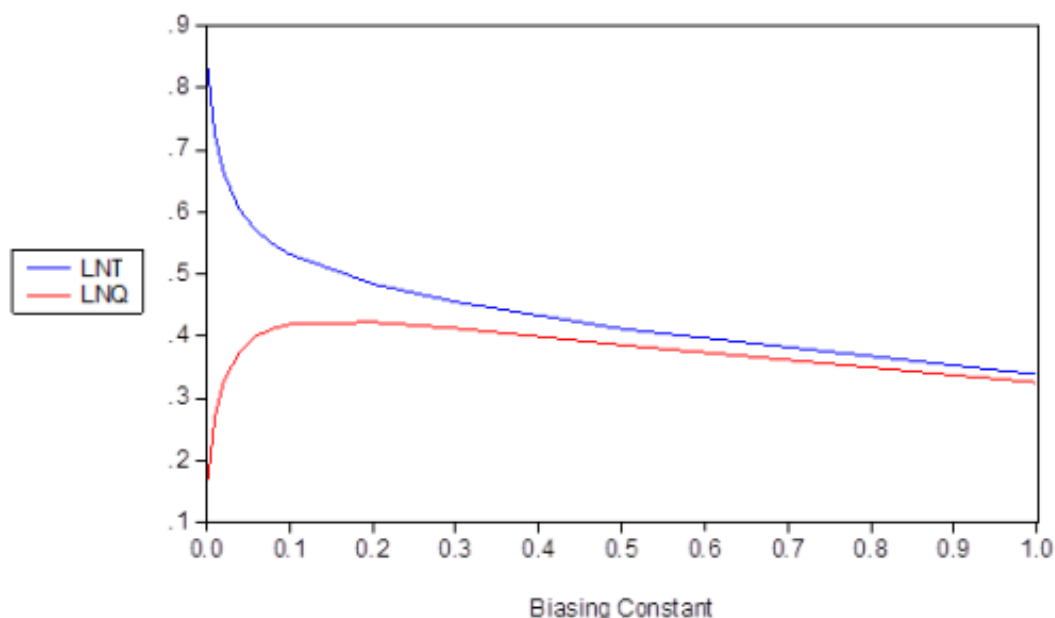


Рисунок 5.3 – След двухфакторной ридж-регрессии при различных значениях параметра λ

(разработан автором)

Более точные и приемлемые оценки, как с теоретической точки зрения, так и для практического использования модели, получены при $\lambda = 0,2$, что видно по результатам, представленным в табл. 5.8: параметр R-square, отражающий связь каждого фактора со всеми остальными, меньше 0,7 для всех факторов; значения Toleran возросли – стали больше 0,3; имеются приемлемые значения частных

коэффициентов корреляций.

При $\lambda = 0,2$ коэффициенты регрессии стабилизируются, толерантность существенно возрастает (при $\lambda > 0,2$ коэффициенты почти не изменяются). Результирующая модель будет иметь вид

$$\ln \widehat{VVP} = -0,042 + 1,041850 \ln T + 0,050744 \ln Q \quad (5.20)$$

В табл. 5.7 представлены коэффициенты этой модели, а также: коэффициент детерминации $R^2 = 0,94 > 0,7$; скорректированный с учетом степеней свободы коэффициент детерминации $R_{adj}^2 = 0,93 > 0,7$ и статистика $F = 78,54 > F_{кр}(0,05; 2; 4) = 6,94$, которые свидетельствуют первоначально о высоком качестве модели. Как было указано выше, ридж-регрессия отличается устойчивостью для случаев сильной коррелированности независимых переменных и дает смещенные, но при этом с меньшей дисперсией оценки параметров. Поэтому такие оценки будем использовать для интерпретации результатов.

Таблица 5.7 – Коэффициенты эластичности

	Коэффициенты
LnT	1,041850
LnQ	0,050744
R²	0,94
R_{adj}²	0,93
F	78,54

Таблица разработана автором

Для интерпретации результатов будем работать с результирующей моделью, которая получится после экспоненцирования:

$$\widehat{VVP} = 0,9589 \cdot T^{1,042} Q^{0,051}. \quad (5.21)$$

Полученная модель (5.21) показывает, 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 %.

Для того чтобы установить, что модель (5.21) работоспособна (т. е. возможно проводить интерпретацию модели в целом и ее коэффициентов), необходимо рассчитать показатели качества модели и сравнить предсказанные результаты с реальными данными.

Коэффициент детерминации для модели (5.21) составляет $R^2 = 0,94$ (таблица 5.7) очень высок и показывает, что в среднем 94 % вариации ВВП обусловлено подобранной моделью и лишь 6 % вариации – не учтенными в модели факторами. Это означает, что нет необходимости включать в модель дополнительные производственные факторы, такие как: энерговооруженность, коэффициент использования оборудования, производительность труда, так как на них приходится не более трех процентов изменчивости ВВП (в рамках рассмотренной модели).

Средняя ошибка аппроксимации \bar{A} составляет

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

что подтверждает высокое качество модели (таблица 5.8).

Таблица 5.8 – Расчет коэффициента детерминации и средней ошибки аппроксимации

VVP	Pre(LnVVP)	Pre(VVPP)	Res	Res^2	$\left \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right $	$(y_i - \bar{y})^2$
100	4,755893	116,3	-16,3	264,630947	0,16267	7343,9333
94,017	4,650828	104,7	-10,7	113,520755	0,11333	8405,18095
112,19	4,716961	111,8	0,4	0,13120965	0,00323	5403,2219
145,636	4,899780	134,3	11,4	129,415488	0,07811	1604,84064
164,992	5,022587	151,8	13,2	173,935526	0,07993	428,688546
174,64	5,143225	171,3	3,4	11,3735362	0,01931	122,25731
191,463	5,192851	180,0	11,5	131,848729	0,05997	33,2552159
201,293	5,192519	179,9	21,4	456,764376	0,10617	243,249827
207,419	5,272401	194,9	12,5	157,15528	0,06044	471,874395
222,506	5,407636	223,1	-0,6	0,35757124	0,00269	1354,89281
253,483	5,562368	260,4	-7,0	48,3852643	0,02744	4594,95212
266,605	5,743928	312,3	-45,7	2086,96927	0,17135	6546,17884
279,813	5,611940	273,7	6,1	37,6788554	0,02194	8857,84425
185,70				3612,17	0,90659	45410,37
					$\bar{A} =$	
					0,070	
					$R^2 = 0,94$	

Таблица разработана автором

На рисунок 5.4 представлена поверхность, отображающая зависимость между числом предприятий, внедряющих передовые «зеленые» технологии (Q), динамикой вторичного использования отходов потребления и производства (Т) и ВВП Российской Федерации (VVP). Можно сделать заключение, что совместное увеличение этих факторов приводит к существенному росту ВВП.

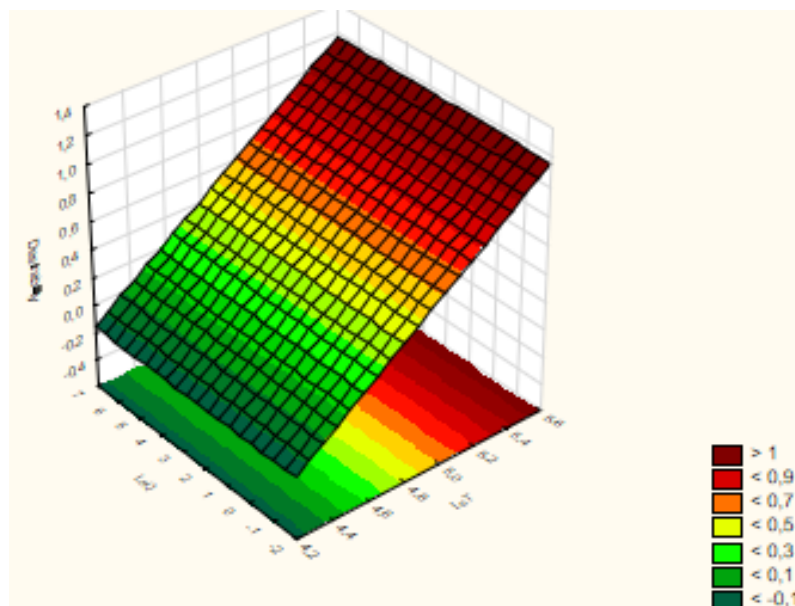


Рисунок 5.4 – Зависимость между числом предприятий, внедряющих передовые «зеленые» технологии (Q), динамикой инвестиций (I) и ВВП Российской Федерации (VVP)
(разработан автором)

Подведем некоторые итоги:

1. На основе введенного понятия «квазипроизводственная функция» предложена макроэкономическая модель оценки влияния экономического эффекта формирования экономики замкнутого цикла на экономику Российской Федерации (внутренний валовый продукт). К числу таких факторов отнесены: E – использование отходов производства и потребления; I – специальные затраты, связанные с экологическими инновациями; Q – разработанные передовые производственные технологии «Зеленые» технологии; T – использование и обезвреживание отходов производства и потребления по видам экономической деятельности; K – образование отходов производства и потребления по видам экономической деятельности.

2. Проведенный статистический анализ показал, что на ВВП Российской Федерации в основном влияют два из пяти рассмотренных факторов:

– использование и обезвреживание отходов производства и потребления по видам экономической деятельности;

– разработанные передовые производственные технологии «Зеленые» технологии.

3. Рассчитана квазипроизводственная функция для ВВП Российской Федерации:

$$\widehat{VVP} = 0,9589 \cdot T^{1,042} Q^{0,051},$$

VVP – ВВП Российской Федерации;

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

Q – разработанные передовые производственные технологии «Зеленые» технологии

4. Полученную модель можно считать работоспособной для интерпретации и краткосрочного прогнозирования в рамках стабильных экономических условий развития (коэффициент детерминации $R^2 = 0,94$, средняя ошибка аппроксимации $\bar{A} = 7\%$).

5. Положительные коэффициенты модели (5.21) (которые суть коэффициенты эластичности), приведенные в табл. 5.10, показывают, что количество разработанных передовых производственных технологий «Зеленые» технологии и динамика вторичного использования отходов потребления и производства, влияют на экономический рост РФ положительно.

5.3. Направления повышения результативности системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла

Направления повышения результативности системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла целесообразно определять исходя из представленной в разделе 5.1. системы оценки эффективности и результативности СС ЭЗЦ. Основываясь на ней, автор выделяет два значимых направления совершенствования деятельности в области стандартизации экономики замкнутого цикла:

– в целях повышения экономической и социальной эффективности системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла необходимо обеспечить развитие как самой системы стандартизации, так и иных отдельных стандартов иных систем, прямо или косвенно связанных с экономикой замкнутого цикла;

– в целях улучшения организационной и управленческой составляющей системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла следует обеспечить совершенствование организационной деятельности в области стандартизации в целом [132].

Для определения областей улучшения в рамках первого направления совершенствования СС ЭЗЦ были проанализированы перспективы реализации концепции замкнутых циклов в российской экономике и тенденции развития сопутствующих систем стандартизации. Под сопутствующими системами стандартизации понимаются системы, тем или иным образом связанные со стандартами ЭЗЦ. Такими системами являются:

- система стандартизации экологического менеджмента;
- система стандартизации ресурсосбережения;
- система стандартизации устойчивого развития сообществ.

Анализ существующих трендов в экономике замкнутого цикла показал перспективные направления развития стандартизации в данной области. В частности, основным трендом является усиление внимания и влияния государства на мотивацию предприятий к переходу на новые циркулярные экономические механизмы. Для этого ряд специалистов [149, 156, 158, 204, 207] прогнозируют ряд комплексных мероприятий, затрагивающих разработку законодательных актов в области экономики замкнутого цикла, изменения в ряде природоохранных нормативных актов, создание субсидиарных механизмов, направленных на поддержку реализации предприятиями циркулярных стратегий, усиление инвестиционной активности государства и бизнеса в циркулярные научно-исследовательские проекты.

Принимая во внимание реализуемый в настоящее время законотворческий процесс разработки Федерального закона «Об экономике замкнутого цикла», с

точки зрения развития системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла целесообразным является инициирование включения в разрабатываемый проект закона положений о необходимости использования в деятельности предприятий стандартов экономики замкнутого цикла. В качестве мотивационной поддержки применения таких стандартов необходимо сделать такое применение обязательным для получения государственных субсидий предприятиями для реализации стратегий экономики замкнутого цикла.

Еще одним трендом экономики замкнутого цикла в Российской Федерации является институциональное обеспечение развития региональных связей при реализации утилизационного этапа жизненного цикла продукции и ресурсов. Одним из инструментов такого обеспечения является «создание в регионах России экологических промышленных парков, в которых все этапы работы с различными отходами – от сортировки и утилизации до изготовления новой продукции – будут проходить в пределах одной территории» [151].

Экологический промышленный парк (экопромышленный парк), как сообщество фирм по производству и обслуживанию, увеличивающее экологические и экономические показатели путем сотрудничества в области управления ресурсами, «обладает как минимум одним из следующих свойств:

- экологической интеграцией в пространственные окрестности;
- максимумом энергетической эффективности и использованием возобновляемых источников энергии;
- региональным управлением материальными потоками с максимальным применением всех материалов и минимизацией затрат, прежде всего токсичных субстанций;
- ориентированной на устойчивость инфраструктурой;
- эффективным управлением отраслевой кооперацией при непрерывном улучшении экологических, экономических и социальных процессов» [158].

Для обеспечения единства подходов к формированию и поддержке функционирования экопромышленных парков целесообразно инициировать стандартизацию указанных процессов. Стандарт «Рекомендации по

формированию и функционированию экологических промышленных парков» должен стать залогом успешной деятельности регионов и муниципалитетов в данной сфере.

Полноценное внедрение стратегий и механизмов экономики замкнутого цикла требует особого надпроизводственного управления, которое должно формироваться специальным региональным органом управления и выполнять следующие задачи:

- «определение целей и планирование циркулярных проектов;
- стратегическое и оперативное планирование на уровне региональной экономической системы;
- логистическое и информационное обслуживание процессов обмена материалами и энергией в рамках экопромышленных парков и с пространственно удаленными партнерами;
- планирование и финансирование общих проектов, в частности размещения предприятий-партнеров и инвестиций;
- техническую поддержку и информационный менеджмент;
- сопоставление экономических и экологических последствий функционирования сети для «успешного контроля» (целостный контроллинг);
- мониторинг и информирование о результатах;
- обслуживание инфраструктуры;
- управление связанными с деятельностью экопромышленных парков финансовыми, техническими, управленческими, правовыми и другими рисками» [158].

Из всех вышеперечисленных задач с точки зрения необходимости стандартизации особую значимость имеет задача формирования и управления информационными потоками в целях обеспечения эффективного функционирования субъектов экономики замкнутого цикла. «Информация о специфических материальных и энергетических потоках является важнейшим фактором успеха для закрытия региональных потоков в существующем или формирующемся экопромышленном парке» [158].

Таким образом, одним из направлений совершенствования системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла является разработка или совершенствование стандартов отчетности в целях формирования положений об информационном обмене между участниками циркуляционных процессов и сбора необходимых статистических данных в целях оценки эффективности и результативности механизмов и инструментов экономики замкнутого цикла.

Результаты анализа современных тенденций в области стандартизации показали важность и необходимость гармонизации национальных и международных стандартов. В рамках развития системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла такая гармонизация должна быть направлена на закрепление в национальных документах стандартизации результатов мировых практик реализации наиболее эффективных стратегий и механизмов экономики замкнутого цикла. В то же время существуют определенные ограничения для использования унифицированных стандартов, связанные с недопустимостью использования отдельных механизмов трансформации линейной экономики. Таким механизмом являются радикальные подходы к ограничению прав собственности в рамках реализации экономики совместного использования, приводящие к потере правосубъектности потребителя. Другим ограничением являются экономически необоснованные требования перехода на возобновляемые источники энергии, реализация которых разрушает сбалансированную систему энергоснабжения и, в конечном счете, увеличивает себестоимость конечной продукции.

Положительным аспектом гармонизации национальных и международных стандартов ЭЗЦ является распространение наилучшего мирового опыта реализации конкретных бизнес-моделей циркулярной экономики на российских предприятиях. Важная задача развития системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла в этой области – адаптация зарубежного опыта к специфике российской экономики, управленческих подходов и нормативно-правового регулирования.

Одним из дополнительных направлений развития системы стандартизации

перехода к экономике замкнутого цикла может стать коррекция такого вида документов стандартизации, как информационные справочники по наилучшим доступным технологиям. Варианты коррекции заключаются во включении в структуру таких документов раздела, связанного с вторичным использованием отходов производства, ресурсосбережением и рециклингом. [132]

Следующим направлением развития системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла является создание и расширение системы сертификации и аккредитации органов сертификации. Система добровольной сертификации организаций на соответствие требованиям стандартов экономики замкнутого цикла является необходимым инструментом подтверждения способности компаний к трансформации своей деятельности на принципах и подходах циркулярности. Для обеспечения системного подхода к организации системы добровольной сертификации необходимо создание четких и прозрачных требований к аккредитации органов по сертификации. Содержание таких требований может отличаться от требований стандартов ГОСТ Р ИСО/МЭК17021, например, в области учета специфики подходов экономики замкнутого цикла при проведении аудитов, в том числе требований к компетентности для проведения аудитов и сертификации.

Другим немаловажным аспектом развития системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла является повышение осведомленности руководителей организаций, а также специалистов в области управления качеством, ресурсосбережения и устойчивого развития о важности и необходимости внедрения и поддержания стандартов экономики замкнутого цикла в организациях как фактора обеспечения конкурентоспособности компаний и их социальной ответственности. Такое понимание формируется, в первую очередь, за счет повышения значимости системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла посредством внесения изменений в ряд законодательных актов в области ресурсосбережения, энергосбережения, а также при разработке Федерального закона «Об экономике замкнутого цикла».

Как было сказано выше, косвенное влияние на развитие системы

стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла оказывает совершенствование отдельных документов стандартизации системы экологического менеджмента. В первую очередь это касается стандартов, входящих в группу «Экологические требования к проектированию». В частности, в такие стандарты, как ГОСТ Р ИСО 14006-2022 «Системы экологического менеджмента. Руководящие указания по включению экологических норм при проектировании» [99], ГОСТ Р МЭК 62430-2023 «Экологический менеджмент. Проектирование с учетом экологических требований. Принципы, требования и руководство» [112] и ГОСТ Р 59779-2021 «Экологический менеджмент. Проектирование и разработка продукции с возможностью вторичной переработки. Основные положения» [80] как минимум должны быть включены ссылки на стандарты экономики замкнутого цикла, а как максимум – добавлены требования соблюдения таких стандартов, разрабатываемых в рамках реализации перспективной программы комплексной стандартизации процессов проектно-производственного этапа жизненного цикла экономики замкнутого цикла. В целом изменения стандартов системы экологического менеджмента должны быть направлены на внедрение принципов экологического дизайна и нормативов, контролирующих использование вторичных материалов, возобновляемых ресурсов и энергии в производственных процессах, что будет способствовать уменьшению зависимости от первичных ресурсов и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Отдельным направлением развития системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла является совершенствование стандартизации в сфере рециклинга и управления отходами производства и потребления. В Российской Федерации в настоящее время механизмы рециклинга как инструмента ресурсосбережения достаточно хорошо проработаны. Однако эта проработка не получила необходимую поддержку в виде соответствующих стандартов. Наиболее перспективным направлением стандартизации в этой области представляется разработка стандартов по упаковке и маркировке товаров, способствующих упрощению процессов сбора, сортировки и переработки отходов. Такие стандарты должны включать в себя требования к материалам

упаковки, использованию перерабатываемых компонентов и маркировке, указывающей на возможность переработки и утилизации.

Одной из наиболее важных задач формирования эффективной системы рециклинга является создание прозрачных и действенных инструментов регулирования процессов взаимодействия экономических субъектов, задействованных в процессах сбора, транспортировки и переработки отходов. Развитие системы стандартизации в области ресурсосбережения должно быть направлено на регламентирование взаимоотношений таких субъектов, включая требования к инфраструктуре, технологиям и методам обработки разнообразных видов отходов. Кроме того, стандартизации подлежат процедуры повторного использования и переработки материалов, включающие критерии качества и безопасности вторичного сырья, а также процессов его производства и использования

Еще одним направлением совершенствования системы стандартизации ресурсосбережения, оказывающим влияние на развитие экономики замкнутого цикла, является сфера управления ресурсами и отходами на предприятиях на основе управления жизненным циклом продукции. В частности, определенную коррекцию необходимо будет осуществить в отношении стандартов системы экологического менеджмента, таких как ГОСТ Р ИСО 14044-2021 Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Требования и рекомендации [102], и, возможно, расширить спектр примеров в ГОСТ Р 56269-2014 Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Примеры применения ИСО 14044 к ситуациям воздействия [57] и ГОСТ Р 56270-2014 Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Примеры использования ИСО 14044 для определения цели, области исследования и инвентаризационных анализов [59].

Более значительные изменения могут коснуться документов системы стандартизации устойчивого развития сообществ и устойчивого развития бизнеса. Эти изменения в первую очередь должны касаться необходимости формирования подходов к «ответственному» производству и «ответственному» потреблению и оценки уровня их развития.

Второе направление развития системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла, как было сказано выше, связано с совершенствованием организационно-управленческих аспектов процесса стандартизации. Для выработки рекомендаций в рамках данного направления развития были проанализированы как действующие, так и устаревшие документы, регламентирующие порядок организации работ по стандартизации. По результатам проведенного анализа автором были сделаны выводы о том, что в качестве перспективных направлений развития стандартизации следует совершенствовать методику разработки программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла, технологии участия в разработке технических комитетов по стандартизации, привлечения участия в этих процессах профильных органов исполнительной власти.

Значительный разброс в структуре и содержании реализуемых в настоящее время перспективных программ стандартизации, показанный в разделе 4.1, обуславливает необходимость разработки документа, подобного Методическим указаниям РД 50-158-82. Подобный документ позволил бы сформировать единый подход к разработке перспективных программ стандартизации и избежать возможных ошибок при их создании, а также обеспечить полноту и целостность их содержания, позволяющие максимизировать вероятность успешной реализации данных программ. Наиболее эффективным, по представлению автора, было бы повышение уровня таких Методических указаний до уровня национального или даже межгосударственного стандарта.

Еще одной проблемной зоной является недостаточно значимая роль технических комитетов по стандартизации при разработке национальных стандартов. ГОСТ Р 1.2.-2020 закрепляет за техническими комитетами обязанности и полномочия в области информационного сопровождения процесса разработки стандарта и проведения его экспертизы. Даже обязанности по организации работ по разработке национального стандарта ложатся на разработчика, коим, согласно п.5.2. ГОСТ Р 1.2.-2020, «может быть физическое или юридическое лицо – как заключившее контракт или договор на разработку

или обновление стандарта с федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации или иным заказчиком, так и осуществляющее разработку стандарта за счет собственных средств» [31]. В связи с вышесказанным и с учетом специфики создания системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла, заключающейся в необходимости командной работы при разработке стандартов ЭЗЦ, автор предлагает внести соответствующие изменения в ГОСТ Р 1.2.-2020. Такими изменениями могут быть наделение технических комитетов обязанностями и полномочиями по организации разработки национальных стандартов, предоставлению возможности организации совместных рабочих групп из числа участников различных технических комитетов для организации процессов реализации перспективных программ комплексной стандартизации и проведения экспертизы, разработанных в ходе реализации таких программ, национальных стандартов. В ходе дальнейшего анализа может возникнуть необходимость внесения изменений и другие основополагающие стандарты национальной системы стандартизации.

Немаловажным аспектом дальнейшего развития стандартизации в области экономики замкнутого цикла является решение задачи по научному и методологическому обеспечению стандартизации. Решение данной задачи должно быть направлено на корректировку и модернизацию методологических основ стандартизации как научной дисциплины с учетом перехода экономики на рельсы циркулярных технологий.

Еще одним значимым аспектом совершенствования системы стандартизации является повышение уровня компетентности специалистов в области стандартизации. В целях обеспечения поступательного внедрения механизмов и инструментов экономики замкнутого цикла в практическую деятельность организаций необходимо задействовать инструменты непрерывного дополнительного образования. В частности, целесообразно разработать программу повышения квалификации в области стандартизации экономики замкнутого цикла для специалистов и руководителей предприятий, ответственных за формирование и совершенствование систем управления организации и в

области экологического менеджмента. Такая программа позволит на плановой системной основе обеспечить продвижение и внедрение принципов и подходов экономики замкнутого цикла.

По итогам анализа тенденций развития систем стандартизации в области экологического менеджмента, ресурсосбережения и устойчивого развития были определены перспективные направления развития системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла. Выделены наиболее важные направления совершенствования систем стандартизации, связанные с процессами управления жизненным циклом продукции, регламентацией взаимодействия хозяйствующих субъектов по вопросам использования отходов производства и потребления, а также применения конкретных стратегий экономики замкнутого цикла при производстве ресурсоемких продуктов.

Выводы по главе

На основе анализа существующих и перспективных методик оценки эффективности и результативности стандартизации разработан комплекс показателей оценки экономической и социальной эффективности и организационной результативности системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла. Предложенные показатели экономической эффективности стандартизации при переходе к экономике замкнутого цикла позволяют оценить экономическую эффективность стандартизации, как на уровне отдельных организаций, так и на уровне российской экономики в целом. Показатели социальной эффективности стандартизации при переходе к 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 Российской Федерации. Скорректированная 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.

В целях обоснования эффективности поддержки государственными органами власти процессов продвижения принципов и подходов экономики замкнутого цикла был оценен вклад технологических и управленческих инноваций в интегральный показатель результативности экономики – внутренний валовой продукт. На основе введенного понятия «квазипроизводственная функция» предложена макроэкономическая модель оценки влияния ряда производственных факторов на ВВП Российской Федерации. К числу таких факторов отнесены: E – использование отходов производства и потребления; I – специальные затраты, связанные с экологическими инновациями; Q – разработанные передовые производственные технологии «Зеленые» технологии; T – образование отходов производства и потребления по видам экономической деятельности; K – использование и обезвреживание отходов производства и потребления по видам экономической деятельности. Проведенный статистический анализ показал, что на ВВП Российской Федерации в основном влияют два из пяти рассмотренных факторов: специальные затраты, связанные с экологическими инновациями; разработанные передовые производственные технологии «Зеленые технологии». Рассчитанная квазипроизводственная функция для ВВП Российской Федерации свидетельствует о положительном влиянии вышеуказанных факторов на экономический рост Российской Федерации. Полученная модель является работоспособной для интерпретации и краткосрочного прогнозирования в рамках стабильных экономических условий развития.

По итогам анализа тенденций развития систем стандартизации в области экологического менеджмента, ресурсосбережения и устойчивого развития были определены перспективные направления развития системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла. Выделены наиболее важные направления совершенствования систем стандартизации, связанные с процессами управления жизненным циклом продукции, регламентацией взаимодействия хозяйствующих субъектов по вопросам использования отходов производства и потребления, а также применения конкретных стратегий экономики замкнутого цикла при производстве ресурсоемких продуктов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное диссертационное исследование позволило разработать теоретические и методологические основы обеспечения и развития экономики замкнутого цикла на основе интеграционных подходов к формированию системы стандартизации:

1. Исследование текущей экономической ситуации в Российской Федерации, а также внешних факторов воздействия на нее выявило критическую необходимость формирования новых экономических и управленческих механизмов трансформации экономики в целях повышения эффективности использования ресурсов. Результаты анализа доказывают, что экономика замкнутого цикла является наиболее оптимальной управленческой концепцией, позволяющей на системной основе обеспечить формирование адекватных экономических и управленческих подходов, направленных на создание обратных циклов продуктов, сырья, материалов и иных ресурсов.

2. Исследование существующих подходов, стратегий и механизмов построения экономики замкнутого цикла позволило выявить ряд недоработок, влияющих на формирование научно обоснованного подхода к ее внедрению. В частности, не определены понятие экономики замкнутого цикла, ее предмет и объект, закономерности функционирования и развития, однозначно не определена связь со смежными научными структурами, в первую очередь с теорией экономических циклов, включая действия закона физического и морального старения, с исследованиями в области энергетики и материаловедения, с теорией ресурсосберегающих технологий. Несмотря на выявленную зарубежными специалистами тесную связь бизнес-моделей экономики замкнутого цикла с инструментами цифровизации, не определена роль таких цифровых технологий, как интернет вещей, блокчейн, для отслеживания потока материалов и оптимизации процессов.

3. Проведен анализ международного и отечественного опыта стандартизации экономики замкнутого цикла, свидетельствующий о высоком уровне внимания и актуальности данной проблематики. Выявлены тесные

взаимосвязи разрабатываемых стандартов и существующих подходов экономики замкнутого цикла с различными действующими системами стандартизации: экологического и проектного менеджмента, в области ресурсосбережения и устойчивого развития сообществ и других. Выявленная взаимосвязь позволяет использовать наработанный опыт стандартизации в данных системах при создании системы стандартизации перехода от линейной экономики к экономике замкнутого цикла. Выявлена и обоснована необходимость формирования новых и коррекции существующих норм различных областей права: гражданского, предпринимательского, административного и страхового.

4. С использованием инструментов стратегического анализа проведено исследование прямого и косвенного влияния внешних и внутренних социально-экономических факторов на экономику замкнутого цикла. Сформированный граф проблем позволил выявить значимые взаимосвязи внешних и внутренних факторов и определить приоритетные направления трансформации экономики, также значимые аспекты системы управления организациями замкнутого цикла. На основании выявленных закономерностей и приоритетов разработана процессная модель трансформации экономики на основе принципов и подходов экономики замкнутого цикла.

5. Проведен критический анализ предлагаемых зарубежных и отечественных моделей экономики замкнутого цикла, результаты которого позволили сформировать модель функционирования экономики замкнутого цикла, принятой в качестве основы для разработки структуры системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла. Предложенная модель базируется на стратегии 9R, разработанной Европейской экономической комиссией ООН, и выстроена на основе двух взаимосвязанных жизненных циклов: продукции и ресурсов. Данная модель содержит, помимо физических потоков продукции и ресурсов, также и информационные потоки, направленные на обеспечение реализации стратегий экономики замкнутого цикла необходимыми данными.

6. Проведен сравнительный контекстный анализ принципов циркулярной

экономики и на основе их смысловой интеграции сформулированы обобщенные принципы экономики замкнутого цикла. В рамках научного обоснования концепции экономики замкнутого цикла выявлены закономерности и ограничения данной концепции.

7. Разработана методология формирования системы стандартизации перехода от линейной экономики к экономике замкнутого цикла, учитывающая значительный уровень преемственности концепции классическим системам управления, таким как менеджменту качества, экологическому и инновационному менеджменту и т.д., включающая построение примерной структуры системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла, сформированной на основе анализа структур наиболее релевантных систем стандартизации, и соотнесение каждой группы стандартов системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла с действующими документами стандартизации, определенными в качестве источников исходных требований для формирования требований стандартов экономики замкнутого цикла на основе интеграции.

8. Системный анализ нормативно-правовых актов Российской Федерации и основополагающих стандартов национальной системы стандартизации стал основой для формирования «дерева целей», основной целью в которой обозначено: формирование программы комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла. Определены приоритетные направления деятельности при создании системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла, которые были классифицированы по трем группам в зависимости от их направленности: внешние цели, внутренние цели и организационные цели.

9. Предложен авторский алгоритм разработки требований стандартов экономики замкнутого цикла на основе интеграции, включающий в себя классификацию требований интегрируемых стандартов на основе нечетко-множественного кластер-анализа. Данный метод кластеризации позволяет, за счет обеспечения принадлежности отдельной операционной таксономической единице более чем одному кластеру с разной степенью членства, количественно оценить степень схожести семантических единиц интегрируемых требований и

однозначно обосновать соответствующий вид интеграции, наиболее применимый для формирования предварительных требований разрабатываемых стандартов. Такой подход позволил избежать возможных ошибок и дефектов при кластеризации семантических единиц.

10. Анализ национальных и федеральных проектов, государственных и отраслевых программ, прямо или косвенно связанных с экономикой замкнутого цикла, позволил сделать несколько выводов об их недостатках, устранение которых позволило бы обеспечить системный подход к созданию системы стандартизации перехода от линейной экономики к экономике замкнутого цикла:

– ни один из проанализированных программных документов не содержит мероприятий, направленных на формирование системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла.

– в программных документах содержатся мероприятия по совершенствованию нормативно-правовой базы, регламентирующей отдельные аспекты экономики замкнутого цикла, однако в них отсутствуют цели, задачи и мероприятия по обеспечению системного и комплексного подхода к управлению экономикой замкнутого цикла на основе стандартизации.

Все это обосновывает необходимость разработки отдельного национального проекта, предназначенного для обеспечения системного комплексного подхода к реализации экономики замкнутого цикла.

11. Сформирован состав системы перспективных программ комплексной стандартизации, основанный на предложенной в разделе 2.2 концептуальной модели функционирования экономики замкнутого цикла и учитывающий разработанные схемы комплексной стандартизации. Предложена оптимальная структура проекта перспективной программы комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла. На основании анализа государственных программных документов социально-экономического развития Российской Федерации по каждой конкретной перспективной программе комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла в качестве оснований для их разработки предложены соответствующие национальные проекты и Стратегии.

Конкретизировано содержание отдельных специфических разделов перспективных программ стандартизации: для каждой из программ определены основные исполнители и соисполнители в лице технических комитетов по стандартизации, курирующие федеральные органы исполнительной власти и представители крупных промышленных и сервисных компаний в качестве экспертов. В качестве основного подхода к формированию состава стандартов определен подход на основе жизненного цикла продукции и ресурсов. Выделены основные отрасли, в которых целесообразна разработка отраслевых стандартов, а также сформирован предварительный перечень стандартов «поддержки», направленных на регламентацию отдельных специфических аспектов функционирования системы менеджмента экономики замкнутого цикла.

12. Разработана методика применения авторского алгоритма разработки требований стандартов экономики замкнутого цикла на основе использования нечеткой кластеризации для определения механизма интеграции требований действующих стандартов с подходами экономики замкнутого цикла. Разработан алгоритм нечеткой кластеризации, применимый для машинного обучения. На основе данного алгоритма создана нейронная сеть, позволяющая с высокой степенью достоверности выбирать максимально эффективный инструмент интеграции базовых требований интегрируемых стандартов, что значительно снижает трудоемкость процесса разработки стандартов экономики замкнутого цикла.

13. Разработан и обоснован алгоритм формирования SMART-стандартов на системы управления за счет формирования машинопонимаемого контента на основе принципов и подходов общей логики. Доказана практическая применимость SMART-стандартов системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла для реализации автоматизированных систем управления, в первую очередь для стандартов перспективных программ комплексной стандартизации этапов жизненных циклов продукции и ресурсов. Разработана модель цифрового двойника процессов управления на основе SMART-стандартов, а также предложен алгоритм создания агрегированного цифрового двойника системы менеджмента организации замкнутого цикла.

14. Разработан комплекс показателей оценки экономической и социальной эффективности и организационной результативности системы стандартизации перехода от линейной экономики к экономике замкнутого цикла, основанный на существующих и перспективных методиках оценки эффективности и результативности стандартизации. Предложенные показатели экономической эффективности стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла позволяют оценить экономическую эффективность стандартизации как на уровне отдельных организаций, так и на уровне российской экономики в целом. Показатели социальной эффективности стандартизации перехода к 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 Российской Федерации. Скорректированная методика количественной оценки результативности организационных работ по стандартизации позволяет выработать решения по оптимизации деятельности участников выполнения перспективных программ комплексной стандартизации экономики замкнутого цикла и обеспечить их успешное завершение.

15. Предложена макроэкономическая модель оценки влияния ряда квазипроизводственных факторов на ВВП Российской Федерации, обосновывающая эффективность поддержки государственными органами власти процессов продвижения принципов и подходов экономики замкнутого цикла. Данная модель позволяет количественно оценить вклад технологических и управленческих инноваций в интегральный показатель результативности экономики – внутренний валовой продукт. 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.

16. Определены перспективные направления развития системы стандартизации перехода от линейной экономики к экономике замкнутого цикла, включающие в себя как развитие самой системы стандартизации, так и совершенствование систем стандартизации в области экологического менеджмента, ресурсосбережения и устойчивого развития. Выделены наиболее важные направления совершенствования систем стандартизации, связанные с процессами управления жизненным циклом продукции, регламентацией взаимодействия хозяйствующих субъектов по вопросам использования отходов производства и потребления, а также применения конкретных стратегий экономики замкнутого цикла при производстве ресурсоемких продуктов.

Общим итогом проведенного диссертационного исследования явились научно обоснованные предложения по созданию системы стандартизации перехода к экономике замкнутого цикла, методологические основы ее формирования, методики внедрения отдельных элементов данной системы, обеспечивающие результативное ее создание и развитие. Конечной сверхзадачей модернизации экономики замкнутого цикла на основе стандартизации является обеспечение устойчивого развития экономики страны, рост благосостояния ее населения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Указ Президента Республики Татарстан «О научно-образовательном центре мирового уровня».
2. Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. N 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».
3. Федеральный закон от 29 июня 2015 г. N 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».
4. Федеральный закон от 29.12.2014 № 458-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 08.02.2024).
5. Приказ Министерства экономического развития РФ от 1 ноября 2023 г. N 764 «Об утверждении методических рекомендаций по подготовке отчетности об устойчивом развитии» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/407955987> (дата обращения: 08.12.2023).
6. Приказ Министерства экономического развития РФ от 1 ноября 2023 г. № 764 «Об утверждении методических рекомендаций по подготовке отчетности об устойчивом развитии» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/407955987> (дата обращения: 10.02.2024).
7. Распоряжение Правительства РФ от 31 октября 2022 г. № 3268-р Об утверждении Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства РФ на период до 2030 г. с прогнозом до 2035г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405560559/> (дата обращения: 08.11.2023).
8. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2021 г. N 1913-р «Стратегия развития аддитивных технологий в Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/401504208> (дата обращения: 08.11.202).
9. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды» № 326 от 15.04.2014 [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<https://docs.cntd.ru/document/499091755> (дата обращения: 10.06.2023).

10. Федеральный проект «Искусственный интеллект» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ai.gov.ru/strategy/federalnyy-proekt-ii/> (дата обращения: 08.11.2023).

11. Федеральный проект «Чистая страна» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/activity/np_ecology/fp-chistaya-strana/ (дата обращения: 10.06.2023).

12. Национальный проект «Здравоохранение» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://minzdrav.gov.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravoohranenie> (дата обращения: 08.11.2023).

13. Паспорт Федерального проекта «Адресная поддержка повышения производительности труда на предприятиях» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://производительность.рф/documents/view/390/Паспорт_федерального_проекта_Адресная_поддержка_ППТ_на_предприятиях.pdf (дата обращения: 10.06.2023).

14. Паспорт Федерального проекта «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pnzreg.ru/upload/iblock/253/253dee8a8f8e9d0e1272aaab53d125cb.pdf> (дата обращения: 10.06.2023).

15. Паспорт Федерального проекта «Системные меры по повышению производительности труда» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.economy.gov.ru/material/file/7ca99f923cbf19e8a72990ab33b9f52b/FP_Sistemnye_mery_2024.pdf (дата обращения: 10.06.2023).

16. Паспорт Федерального проекта «Экономика замкнутого цикла» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://news.solidwaste.ru/wp-content/uploads/2022/07/EZTs_pasport.pdf (дата обращения: 10.06.2023).

17. Национальный проект «Производительность труда». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.economy.gov.ru/material/directions/nacionalnyy-proekt-proizvoditelno-st-truda/> (дата обращения: 10.06.2023).

18. Национальный проект «Цифровая экономика РФ» [Электронный

ресурс]. Режим доступа: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/> (дата обращения: 17.03.2023).

19. Национальный проект «Экология». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/activity/np_ecology/ (дата обращения: 10.06.2023).

20. ГОСТ 17.2.1.01-76 «Охрана природы. Атмосфера. Классификация выбросов по составу» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/3922679> (дата обращения: 22.08.2023).

21. ГОСТ 17.2.4.08-90 «Охрана природы. Атмосфера. Методы определения влажности газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/5370736> (дата обращения: 22.08.2023).

22. ГОСТ 30167-2014 «Ресурсосбережение. Порядок установления показателей ресурсосбережения в документации на продукцию» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71802512> (дата обращения: 17.03.2023).

23. ГОСТ 31532-2012 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71442846> (дата обращения: 17.03.2023).

24. ГОСТ 33570-2015 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Методология идентификации. Зарубежный опыт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71386174> (дата обращения: 22.12.2023).

25. ГОСТ 33573-2015 «Ресурсосбережение. Упаковка. Критерии выбора методов и процессов переработки использованной упаковки в качестве вторичных материальных ресурсов с учетом материальных потоков» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/402167981> (дата обращения: 01.09.2023).

26. ГОСТ 33868-2016 «Энергетическая эффективность. Водонагреватели и резервуары для хранения горячей воды. Показатели энергетической

эффективности и методы определения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71792448> (дата обращения: 22.08.2023).

27. ГОСТ 33869-2016 «Энергетическая эффективность. Водонагреватели и резервуары для хранения горячей воды. Проектирование с учетом воздействия на окружающую среду» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71802514> (дата обращения: 25.04.2023).

28. ГОСТ 33870-2016 «Энергетическая эффективность. Жарочные шкафы и воздухоочистители бытовые и аналогичного применения. Показатели энергетической эффективности и методы определения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71802512> (дата обращения: 25.04.2023).

29. ГОСТ Р 1.14-2017 Стандартизация в Российской Федерации. Программа национальной стандартизации. Требования к структуре, правила формирования, утверждения и контроля за реализацией. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71908962> (дата обращения: 25.04.2023).

30. ГОСТ Р 1.15-2017 «Стандартизация в Российской Федерации. Службы стандартизации в организациях. Правила создания и функционирования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71908962> (дата обращения: 25.04.2023).

31. ГОСТ Р 1.2-2020 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления, внесения поправок и отмены» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/74701324> (дата обращения: 22.08.2023).

32. ГОСТ Р 1.5-2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/70475486> (дата обращения: 25.04.2023).

33. ГОСТ Р 113.00.12-2023 «Наилучшие доступные технологии.

Термины и определения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/408077815> (дата обращения: 02.11.2023).

34. ГОСТ Р 12.0.001-2013 «Система стандартов безопасности труда. Основные положения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/70696912> (дата обращения: 02.11.2023).

35. ГОСТ Р 14.01-2005 «Экологический менеджмент. Общие положения и объекты регулирования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/402012029> (дата обращения: 25.04.2023).

36. ГОСТ Р 51565-2012 «Энергетическая эффективность. Приборы холодильные бытовые и аналогичные. Показатели энергетической эффективности и методы определения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71473886> (дата обращения: 22.08.2023).

37. ГОСТ Р 51814.6-2005 «Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Менеджмент качества при планировании, разработке и подготовке производства автомобильных компонентов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/55171603> (дата обращения: 25.04.2023).

38. ГОСТ Р 51814.6-2005 Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Менеджмент качества при планировании разработке и подготовке производства автомобильных компонентов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/55171603> (дата обращения: 25.04.2023).

39. ГОСТ Р 52107-2003 «Ресурсосбережение. Классификация и определение показателей» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/3924988> (дата обращения: 25.04.2023).

40. ГОСТ Р 53742-2009 «Ресурсосбережение. Упаковка. Требования к отработавшей упаковке для ее переработки в качестве вторичных материальных ресурсов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/70229868> (дата обращения: 22.08.2023).

41. ГОСТ Р 53905-2010 «Энергосбережение. Термины и определения»

[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/55171605> (дата обращения: 18.07.2023).

42. ГОСТ Р 54095-2023 «Ресурсосбережение. Требования к сбору, накоплению, транспортированию, обработке и утилизации отходов шин, покрышек, камер» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/408168683> (дата обращения: 22.08.2023).

43. ГОСТ Р 54418.1-2023 (МЭК 61400-1:2019) «Ветроэнергетика. Установки ветроэнергетические. Часть 1. Технические требования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/408684531> (дата обращения: 05.06.2023).

44. ГОСТ Р 54533-2011 (ИСО 15270:2008) «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководящие принципы и методы утилизации полимерных отходов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71574062> (дата обращения: 21.01.2024).

45. ГОСТ Р 54869-2011 «Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/70245820> (дата обращения: 22.08.2023).

46. ГОСТ Р 55008-2012 «Энергетическая эффективность. Машины стиральные бытовые и аналогичные. Показатели энергетической эффективности и методы определения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71461964> (дата обращения: 21.01.2024).

47. ГОСТ Р 55009-2012 «Энергетическая эффективность. Центрифуги бытовые и аналогичные. Показатели энергетической эффективности и методы определения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71461966> (дата обращения: 21.01.2024).

48. ГОСТ Р 55010-2012 «Энергетическая эффективность. Машины стирально-сушильные бытовые и аналогичные. Показатели энергетической эффективности и методы определения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71462364> (дата обращения: 22.08.2023).

49. ГОСТ Р 55011-2012 «Энергетическая эффективность. Машины

посудомоечные бытовые и аналогичные. Показатели энергетической эффективности и методы определения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71462378> (дата обращения: 22.08.2023).

50. ГОСТ Р 55103-2012 «Ресурсосбережение. Эффективное управление ресурсами. Основные положения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71468766> (дата обращения: 01.03.2024).

51. ГОСТ Р 56020-2020 «Бережливое производство. Основные положения и словарь» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/75003287> (дата обращения: 05.03.2024).

52. ГОСТ Р 56124.1–2014 «Возобновляемая энергетика. Гибридные электростанции на основе возобновляемых источников энергии, предназначенные для сельской электрификации. Рекомендации. Часть 1. Общее введение для сельской электрификации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/74458209> (дата обращения: 22.08.2023).

53. ГОСТ Р 56136-2014 «Управление жизненным циклом продукции военного назначения. Требования и определения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71243076> (дата обращения: 22.08.2023).

54. ГОСТ Р 56163-2019 «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу стационарными дизельными установками (новыми и после капитального ремонта) различной мощности и назначения при их эксплуатации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/74059484> (дата обращения: 05.03.2024).

55. ГОСТ Р 56222-2014 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения в области материалов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/72189658> (дата обращения: 22.08.2023).

56. ГОСТ Р 56269-2014 «Экологический менеджмент. Оценка жизненного

цикла. Примеры применения ИСО 14044 к ситуациям воздействия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/72189658> (дата обращения: 22.08.2023).

57. ГОСТ Р 56269-2014 «Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Примеры применения ИСО 14044 к ситуациям воздействия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/402072509> (дата обращения: 22.08.2023).

58. ГОСТ Р 56270-2014 «Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Примеры использования ИСО 14044 для определения цели, области исследования и инвентаризационных анализов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/402072697> (дата обращения: 05.03.2024).

59. ГОСТ Р 56270-2014 «Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Примеры использования ИСО 14044 для определения цели, области исследования и инвентаризационных анализов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/402072697> (дата обращения: 22.08.2023).

60. ГОСТ Р 56404-2021 «Бережливое производство. Требования к системам менеджмента» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/402072509> (дата обращения: 22.08.2022).

61. ГОСТ Р 56405-2015 «Бережливое производство. Процесс сертификации систем менеджмента. Процедура оценки» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71283814> (дата обращения: 22.08.2022).

62. ГОСТ Р 56407-2023 «Бережливое производство.» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/408231935> (дата обращения: 22.12.2023).

63. ГОСТ Р 56828.24-2017 «Наилучшие доступные технологии. Энергосбережение. Руководство по применению наилучших доступных технологий для повышения энергоэффективности» [Электронный ресурс]. –

Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200146366> (дата обращения: 22.08.2022).

64. ГОСТ Р 56863-2016 «Система управления полным жизненным циклом изделий высокотехнологичных отраслей промышленности. Требования к организации работ по разработке электронных конструкторских документов на этапах изготовления и испытания опытного образца изделия и утверждения рабочей конструкторской документации для организации серийного производства. Общие положения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/71865336> (дата обращения: 22.08.2023).

65. ГОСТ Р 56864-2016 «Система управления полным жизненным циклом изделий высокотехнологичных отраслей промышленности. Требования к организации работ по разработке электронных конструкторских документов, представляемых заказчику на этапе эскизного проекта и технического проекта. Общие положения»/ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71865326> (дата обращения: 22.08.2023).

66. ГОСТ Р 56874-2016 «Система управления полным жизненным циклом изделий высокотехнологичных отраслей промышленности. Требования к организации работ по разработке электронных конструкторских документов на этапе разработки рабочей конструкторской документации для изготовления опытных образцов. Общие положения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/402618620> (дата обращения: 22.08.2023).

67. ГОСТ Р 56906-2016 «Бережливое производство. Организация рабочего пространства (5S)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/71903570> (дата обращения: 22.08.2023).

68. ГОСТ Р 56907-2016 «Бережливое производство. Визуализация» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document//71903568> (дата обращения: 22.08.2023).

69. ГОСТ Р 56908-2016 «Бережливое производство. Стандартизация работы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/71544084> (дата обращения: 22.08.2023).

70. ГОСТ Р 57117-2016 «Устройства пломбировочные. Методы утилизации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/71896268> (дата обращения: 22.08.2023).

71. ГОСТ Р 57324-2016 «Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Требования и руководящие указания по организационной оценке жизненного цикла» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/71900222> (дата обращения: 22.08.2023).

72. ГОСТ Р 57522-2017 «Бережливое производство. Руководство по интегрированной системе менеджмента качества и бережливого производства» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/71891968> (дата обращения: 22.08.2023).

73. ГОСТ Р 57524-2017 «Бережливое производство. Поток создания ценности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/71898350> (дата обращения: 22.08.2023).

74. ГОСТ Р 57677-2017 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация отходов недропользования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/72029712> (дата обращения: 22.08.2023).

75. ГОСТ Р 57678-2017 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация строительных отходов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/72028166> (дата обращения: 22.08.2023).

76. ГОСТ Р 58305-2018 Система менеджмента проектной деятельности. Проектный офис. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200161839> (дата обращения: 22.08.2023).

77. ГОСТ Р 58532-2019 «Экологический менеджмент. Система ключевых показателей экологической эффективности. Руководство по разработке, внедрению и практическому применению» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200167732> (дата обращения: 12.09.2023).

78. ГОСТ Р 58542-2019 «Интегрированные системы менеджмента. Руководство по практическому применению» [Электронный ресурс]. – Режим

доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200167809> (дата обращения: 12.09.2023).

79. ГОСТ Р 59775-2021 «Экологический менеджмент. Рекомендации по оценке экологических аспектов устойчивости производственных процессов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200181243> (дата обращения: 12.09.2023).

80. ГОСТ Р 59779-2021 «Экологический менеджмент. Проектирование и разработка продукции с возможностью вторичной переработки. Основные положения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/403602926> (дата обращения: 22.08.2023).

81. ГОСТ Р 59780-2021 «Экологический менеджмент. Рекомендации по определению и оценке экологических аспектов производственных процессов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200181247> (дата обращения: 22.08.2023).

82. ГОСТ Р 59791–2021 «Информационные технологии. Общая логика (CL). Основы семейства языков, основанных на логике» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/405973375> (дата обращения: 10.06.2023).

83. ГОСТ Р 59791-2021 «Экологический менеджмент. Рекомендации по определению и оценке экологических аспектов производственных процессов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200181247> (дата обращения: 22.08.2023).

84. ГОСТ Р ИСО 10001–2009 «Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Рекомендации по правилам поведения для организаций». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/70325674> (дата обращения: 10.06.2023).

85. ГОСТ Р ИСО 10002–2020 «Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководящие указания по управлению претензиями в организациях». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/75071530> (дата обращения: 10.06.2023).

86. ГОСТ Р ИСО 10003–2020 «Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководящие указания по урегулированию спорных вопросов вне

организации». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/75002673> (дата обращения: 10.06.2023).

87. ГОСТ Р ИСО 10004–2020 «Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководящие указания по мониторингу и измерению». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/75002617> (дата обращения: 10.06.2023).

88. ГОСТ Р ИСО 10005-2019 «Менеджмент качества. Руководящие указания по планам качества». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/73100686> (дата обращения: 10.06.2023).

89. ГОСТ Р ИСО 10006–2019 «Менеджмент качества. Руководящие указания по менеджменту качества в проектах». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/73480321> (дата обращения: 10.06.2023).

90. ГОСТ Р ИСО 10007-2019 «Менеджмент качества. Руководящие указания по менеджменту конфигурации». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/73024470> (дата обращения: 10.06.2023).

91. ГОСТ Р ИСО 10008-2014 «Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководящие указания по электронным торговым сделкам между юридическими и физическими лицами». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/71252048> (дата обращения: 10.06.2023).

92. ГОСТ Р ИСО 10012-2008 «Менеджмент организации. Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/5925339> (дата обращения: 10.06.2023).

93. ГОСТ Р ИСО/ТО 10013-2007 «Менеджмент организации. Руководство по документированию системы менеджмента качества». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/193553> (дата обращения: 10.06.2023).

94. ГОСТ Р ИСО 10014-2008 «Менеджмент организации. Руководящие указания по достижению экономического эффекта в системе менеджмента качества». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/6180393> (дата обращения: 10.06.2023).

95. ГОСТ Р ИСО 10015-2021 «Системы менеджмента качества. Руководящие указания по менеджменту компетентности и развитию персонала». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/403485482> (дата обращения: 10.06.2023).

96. ГОСТ Р ИСО/ТО 10017-2005 «Статистические методы. Руководство по применению в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/6179021> (дата обращения: 10.06.2023).

97. ГОСТ Р ИСО 10018-2021 «Системы менеджмента качества. Руководящие указания по вовлечению персонала». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/403599572> (дата обращения: 10.06.2023).

98. ГОСТ Р ИСО 10019-2007 «Менеджмент организации. Руководство по выбору консультантов по системам менеджмента качества и использованию их услуг». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/5925340> (дата обращения: 12.09.2023).

99. ГОСТ Р ИСО 14006-2022 «Системы экологического менеджмента. Руководящие указания по включению экологических норм при проектировании» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/406522449> (дата обращения: 22.08.2023).

100. ГОСТ Р ИСО 14031-2023 «Экологический менеджмент. Оценка экологической результативности. Руководящие указания» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/407928277> (дата обращения: 22.08.2023).

101. ГОСТ Р ИСО 14033-2021 «Экологический менеджмент. Количественные экологические данные. Руководство и примеры» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/403602954> (дата обращения: 22.08.2023).

102. ГОСТ Р ИСО 14044-2021 «Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Требования и рекомендации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/403173433> (дата обращения: 22.08.2023).

103. ГОСТ Р ИСО 14045-2014 «Экологический менеджмент. Оценка

экологической эффективности производственных систем. Принципы, требования и руководящие указания» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71254576> (дата обращения: 22.08.2023).

104. ГОСТ Р ИСО 14067-2021 «Газы парниковые. Углеродный след продукции. Требования и руководящие указания по количественному определению» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/403173447> (дата обращения: 22.08.2023).

105. ГОСТ Р ИСО 19011-2021 «Оценка соответствия. Руководящие указания по проведению аудита систем менеджмента» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/400811835> (дата обращения: 12.11.2023).

106. ГОСТ Р ИСО 22095-2023 «Цепочки поставок. Основная терминология и модели» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/408028983> (дата обращения: 22.08.2023).

107. ГОСТ Р ИСО 22095-2023 «Цепочки поставок. Основная терминология и модели» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/408028983> (дата обращения: 22.08.2023).

108. ГОСТ Р ИСО 26000-2012 «Руководство по социальной ответственности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71171864> (дата обращения: 22.08.2023).

109. ГОСТ Р ИСО 45001-2020 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования и руководство по применению» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71171864> (дата обращения: 22.08.2023).

110. ГОСТ Р ИСО 56002-2020 Инновационный менеджмент. Системы инновационного менеджмента. Руководящие указания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/400698781> (дата обращения: 16.05.2024).

111. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<https://internet.garant.ru/#/document/71283064> (дата обращения: 10.06.2023).

112. ГОСТ Р МЭК 62430-2023 «Экологический менеджмент. Проектирование с учетом экологических требований. Принципы, требования и руководство» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/407857881> (дата обращения: 22.08.2023).

113. ГОСТ РВ 0015-002-2020 «Система разработки и постановки на производство военной техники. Системы менеджмента качества. Требования»

114. ГОСТ РВ 0015-301-2020 «Система разработки и постановки на производство военной техники. Постановка на производство изделий. Основные положения».

115. ГОСТ РВ 0015-702-2019 Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок установления и продления назначенных ресурса, срока службы, срока хранения.

116. ГОСТ РВ 0015-704-2008 Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Авторский надзор в процессе эксплуатации. Основные положения.

117. ГОСТ РВ 0028-001-2020 Система технического обслуживания и ремонта техники. Сервисное обслуживание военной техники. Основные положения.

118. ГОСТ Р ИСО 14001-2016 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/71544070> (дата обращения: 22.08.2023).

119. ГОСТ Р ИСО 50001-2023 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/406681401> (дата обращения: 22.08.2023).

120. ГОСТ Р ИСО 28001-2019 «Системы менеджмента безопасности цепи поставок. Наилучшие практики осуществления безопасности цепи поставок, оценки и планов безопасности. Требования и руководство по применению»

[Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://internet.garant.ru/#/document/400902289> (дата обращения: 22.08.2023).

121. «Зеленая» экономика: перезагрузка: коллективная монография / С. П. Анисимов, С. Н. Бобылев, И. И. Комарова [и др.]; под общ. ред. А. В. Шевчука. – М.: Зимородок, 2017. – 448 с.

122. «План мероприятий («дорожная карта») развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года» (направлен письмом Правительства РФ от 15.11.2019 N ДК-П7-9914).

123. «Техэксперт»: SMART-стандарты – основа для создания цифровых двойников 20 СФЕРА. НЕФТЬ И ГАЗ 3/2022 (86)
https://сферанефтьгаз.рф/upload/articles/pdf/sphereoilandgas_2022-3_kodeks.pdf

124. Абезин, Д. А., Анисимов А. П. Теория циркулярной экономики и перспективы ее влияния на законодательство об отходах производства и потребления // Гуманитарные и юридические исследования. – 2018. – № 3.

125. Александрова, В. Д. Актуальность перехода к модели циркулярной экономики в России / В. Д. Александрова, О. В. Есипова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2017. – 11. – С. 106–110.

126. Антонов, С. А. Интеграция СМК и бережливого производства на этапе планирования / Антонов С. А. // Стандарты и качество. – 2017. – № 2. – С. 88–91.

127. Антонов, С. А. Макроэкономическая модель оценки влияния инноваций на региональное развитие / С. А. Антонов // Компетентность. – 2018. – № 2 (153). – С. 5–11.

128. 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.

129. Антонов, С. А. Моделирование эффективных систем управления на основе стандартизации и интеграции : монография / С. А. Антонов. – Казань : Изд-во «Познание» Казанского инновационного университета, 2024. – 171с.

130. Антонов, С. А. Научные основы обеспечения экономики замкнутого

цикла / С. А. Антонов // Стандарты и качество. – 2024. – №9. – С. 55–59.

131. Антонов, С. А. Особенности реализации циркулярной экономики / С. А. Антонов, И. И. Антонова // Стандарты и качество. – 2021. – № 6. – С. 54–59.

132. 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.

133. 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.

134. Антонов, С. А. Стандартизация в обеспечении перехода к экономике замкнутого цикла : монография / С. А. Антонов. – Казань : Изд-во «Познание» Казанского инновационного университета, 2024. – 115 с.

135. 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.

136. 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).

137. 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.

138. Антонова, А. Ю. Об использовании мер сходства при анализе документации / Антонова А. Ю., Клышинский Э. С. // Труды 13-й Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции». – Воронеж, 2011. – С. 134–138.

139. Аронов, И. З. Факторы, снижающие эффективность практического применения моделей циркулярной экономики / И. З. Аронов, А. М. Рыбакова //

Стандарты и качество. – 2023. – № 2. – С. 82–86.

140. Аронов, И. З. Терминологический словарь по техническому регулированию / И. З. Аронов, А. Л. Рыбакова, А. Л. Теркель. – Партнеры и конкуренты. – 2005. – № 6, 7, 9, 10.

141. Баданина Н. Д., Зинченко А. А., Судаков В. А. Ранжирование объектов на основе нечеткой кластеризации // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. – 2022. – № 68. – 12 с.

142. Барабанова, И. А. Оценка результативности работ по стандартизации Национальная ассоциация ученых (НАУ) # XI (16), 2015 / ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. – С. 9–10

143. Басаков, М. И. Сертификация продукции и услуг с основами стандартизации и метрологии: учебное пособие / Ростов н/Д.: Издательский центр «МарТ», 2002. – 256 с.

144. Белобрагин, В. Я. Знание – сила. «Стандартизатор года»: образование, пропаганда, наука / В. Я. Белобрагин, Т. И. Зворыкина // Стандарты и качество. – 2021. – № 3. – С. 46–49.

145. Белобрагин, В. Я. Основы стандартизации : учебное пособие / В. Я. Белобрагин, А. В. Зажигалкин, Т. И. Зворыкина // 2-е издание, дополненное. – М. : РИА «Стандарты и качество», 2017. – 516 с.

146. Белобрагин, В. Я. Техническое регулирование на рубеже индустрии 4.0 : монография / В. Я. Белобрагин, А. В. Зажигалкин, Т. И. Зворыкина – М. : Издательство «Научный консультант», 2019. – 100с.

147. Бобылев С.Н., Соловьева С.В. Циркулярная экономика и ее индикаторы для России // Мир новой экономики. 2020; 14 (2): 63–72. DOI : 10.26794/2220-6469-2020-14-2-63-72

148. Бобылев, С. Н. Устойчивое развитие: парадигма для будущего// Мировая экономика и международные отношения. – 2017. – Т. 61. № 3. – С. 107–113.

149. Бобылев, С. Н., Захаров В. М. «Зеленая» экономика и модернизация. Эколого-экономические основы устойчивого развития // На пути к устойчивому развитию: Бюллетень Института устойчивого развития Общественной палаты

РФ. – 2012. – № 16. – С. 12.

150. Борисюк Ф. В., Швецов В. И. Новый метод поиска на основе иерархической кластеризации по областям текстовых документов // Информационные технологии. Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2009. – № 4. – С. 165–171.

151. Буцаев, Д. Правительство вложит 9,4 млрд рублей в создание 8 экопромышленных парков на 11 346 рабочих мест // Российский экологический оператор. Дата публикации: 02.11.2022. URL: <https://reo.ru/tpost/sl0bхрсес1-pravitelstvo-vlozhit-94-mlrd-rublei-v-so>

152. Волкова, Л. Л. Об ассоциативных бинарных мерах близости документов: классификация и приложение к кластеризации / Л. Л. Волкова, Ю. В. Страганов / Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2014. – С. 421–432.

153. Губин, М. В. Модели и методы представления текстового документа в системах информационного поиска : дис. ... кандидата физико-математических наук : 05.13.11 / С.-Петерб. гос. ун-т. – Санкт-Петербург, 2005. – 95 с.

154. Гурьева, М. А. Теоретические основы концепта циркулярной экономики // Экономические отношения. – 2019. – Том 9. – № 3. – С. 2311–2336. doi: 10.18334/eo.9.3.40990

155. Даутова, З. Я. Бизнес-модели циркулярной экономики / З. Я. Даутова, Т. К. Шагаева // Вестник Исык-Кульского университета. – 2022. – № 51. – С. 136–144.

156. Дзидаханова М. А., Хачатуров А. О., Хачатурова Э. Э.. Перспективы развития экономики замкнутого цикла в России. – Научный журнал «Управленческий учет». – 2021. – №12.

157. Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация / Ю.В. Димов. – СПб.: Питер, 2005. – 432 с.

158. Дорохина Е. Ю., Кучер Д. Е., Харченко С. Г. Экономика замкнутых циклов: тенденции и перспективы: монография под ред. Е. Ю. Дорохиной. – Москва : МАКС Пресс, 2023. – 128 с.

159. Дорохина, Е. Ю., Огольцов К. Ю. К вопросу о концептуальном понимании промышленной экологии. // Путеводитель предпринимателя. – 2012. – № 16. – С. 95–103.

160. Дорохина, Е. Ю., Огольцов К. Ю. Промышленная экология: концепция «идеального» способа производства. Экономика природопользования. – 2013. № 6. – С. 25–32.

161. Дорохина, Е. Ю., Харченко С. Г. Экономика замкнутых циклов: проблемы и пути развития. // Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21. – № 3. – С. 50–55.

162. Европейская экономическая комиссия. Конференция европейских статистиков. Семьдесят первая пленарная сессия, Женева, 22–23 июня 2023 г.

163. Загоруйко, Н. Г. Выбор информативного подпространства признаков (Алгоритм GRAD) / Н. Г. Загоруйко, О. А. Кутненко, И. А. Борисова // Математические методы распознавания образов. Доклады 12-й Всероссийской конференции, Москва, 2005. – Москва, 2005. – С. 106–109.

164. Задорожня, Л. Е., Ратнер С. В. Драйверы экономического роста в циркулярной экономике // Друкеровский вестник. – 2020. – № 1 (33). – С. 21–34. DOI: 10.17213/2312-6469-2020-1-21-34.

165. Зеленков, Ю. Г., Сегалович И. В. Сравнительный анализ методов определения нечетких дубликатов для Web-документов. Труды девятой Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции». – 2007. Режим доступа (свободный): http://rcdl2007.pereslavl.ru/papers/paper_65_v1.pdf

166. Зубец, А. Н. Российские и международные подходы к измерению качества жизни. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.fa.ru/science/index/SiteAssets/Pages/Zubets_Pubs/LQ_B_2020.pdf (дата обращения: 06.05.2024).

167. Каменик, Л. Л. Генеральные направления стратегии управления отходами // Экономика и управление. – 2013. – № 12 (9b). – С. 63.

168. Каменик, Л. Л. Модернизация экономики России. Рециклинг ресурсов

– новый вектор развития бизнеса // Экономика и предпринимательство. – 2015. – №3. С. 179.

169. Каменцева, Е. И. Русская метрология. Учеб. пособие. / Е. И. Каменцева, Н. В. Устюгов – М.: «ММСШ. школа», 1975. – 328 с.

170. Классификация и кластер. / Сборник под редакцией Дж. Вэн Райзин. – Изд-во «Мир», 1980. – 389 с.

171. Королева, Л. П. Рециклинг ресурсов в фокусе ГЧП: практика применения и направления совершенствования / Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2018. – № 3. – С. 35–43.

172. Ландэ, Д. В. Интернетика [Текст] : навигация в сложных сетях: модели и алгоритмы / Д. В. Ландэ, А. А. Снарский, И. В. Безсуднов. – Москва : URSS, 2009. – 258 с.

173. Лифиц, И. М. Стандартизация, метрология и сертификация: учебник / И. М. Лифиц. – М.: Юрайт-Издат, 2007. – 399 с.

174. Маннинг, К. Д. Введение в информационный поиск [Текст] / Кристофер Д. Маннинг, Прабхакар Рагхаван, Хайнрих Шютце ; [пер. с англ. Д. А. Ключина]. – Москва [и др.] : Вильямс, 2011. – 520 с.

175. Маслова, В. В. Цифровизация сельского хозяйства и повышение конкурентоспособности агропродовольственной продукции // Научно-технологические инновации в земельно-имущественном комплексе России как фактор повышения эффективности АПК: Материалы конгресса Общероссийской общественной организации «Российское общественное объединение экономистов-аграрников». – М., 2018. – С. 106–110.

176. Минаев, В. А., Мазин, А. В., Здирук К. Б., Куликов Л. С. Цифровые двойники объектов в решении задач управления. // Радиопромышленность. – 2019. – Т. 29. – № 3. ,

177. Николаева А. А. Трансформация структуры потребительских расходов в США // Россия и Америка в XXI веке. – 2017. – Выпуск № 1. URL: <https://rusus.jes.su/s207054760005196-2-1/>. DOI: 10.18254/S207054760005196-2

178. Обоснование термического способа обезвреживания ТКО г. Казани.

Доклад Министра экологии и природных ресурсов Республики Татарстан А.В. Шадрикова, 2020 год. https://eco.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_2338151.pdf

179. Основные документы Совета экономической взаимопомощи. Том 2. – М.: Изд-во Секретариата СЭВ, 1983. – 630 с.

180. Охрана окружающей среды в России. 2022: Стат. сб./Росстат. –0-92 М., 2022. – 115 с.

181. Официальный сайт WRAP – неправительственной организации по борьбе с изменением климата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.wrap.ngo/about-us> (дата обращения: 10.06.2023).

182. Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/docs/open_ministry/report/ (дата обращения: 22.08.2023).

183. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 22.08.2023).

184. Официальный сайт Фонда Эллен Макартур. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/> (дата обращения: 10.06.2023).

185. Охрана окружающей среды в Республике Татарстан, статистический сборник 2022. – Казань: Татарстанстат, 2020. – 71 с.

186. Паспорт отраслевой программы «Применение альтернативного топлива из отходов в промышленном производстве на 2022–2030 годы». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/406222339> (дата обращения: 10.06.2023).

187. Паспорт отраслевой программы «Применение вторичных ресурсов и вторичного сырья из отходов в промышленном производстве». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/405881899> (дата обращения: 10.06.2023).

188. Паспорт отраслевой программы «Применение вторичных ресурсов, вторичного сырья из отходов в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства на 2022–2030 годы». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/405881931> (дата обращения: 10.06.2023).

189. Паспорт отраслевой программы «Применение вторичных ресурсов и вторичного сырья из отходов в сфере сельского хозяйства на 2022–2030 годы». URL: <https://internet.garant.ru/#/document/406266185> (дата обращения: 10.06.2023).

190. Пахомова, Н. В., Рихтер К. К., Ветрова М. А. Переход к циркулярной экономике и замкнутым цепочкам поставок как движущая сила устойчивого развития // Вестник СПбГУ. Экономика. – 2017. – Т.33. – Вып. 2. – 244–268.

191. Пескова, О. В. Разработка метода автоматического формирования рубрикатора полнотекстовых документов : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.13.17 / Пескова Ольга Вадимовна; [Место защиты: Моск. гос. техн. ун-т им. Н. Э. Баумана]. – Москва, 2008. – 16 с.

192. ПНСТ 864-2023 Умные (SMART) стандарты. Общие положения.

193. Понкин, И. В. Концепт машиночитаемого и машиноисполняемого права: актуальность, назначение, место в РегТехе, содержание, онтология и перспективы // International Journal of Open Information Technologies. – 2020. – № 9.

194. ПР 1323565.1.003-2019 «Методика оценки эффективности деятельности технических комитетов по стандартизации» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/553834670> (дата обращения: 10.06.2023).

195. Предварительный национальный стандарт Российской Федерации «Инновационный менеджмент. Применение принципов экономики замкнутого цикла в организациях. Часть 2. Общие принципы и требования» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/566320596> (дата обращения: 10.06.2023).

196. Пределы роста: 30 лет спустя / Д. Х. Медоуз, Й. Рандерс, Д. Л. Медоуз; пер. с англ. Е.С. Оганесян; под ред. Н. П. Тарасовой. – URL: https://batrachos.com/sites/default/files/pictures/Books/meadows_dr_2014_predely_rosta_30_let_spustya.pdf

197. Преображенский, Б. Г. Промышленный симбиоз как инструмент циркулярной экономики // Регион: системы, экономика, управление. – 2020. – №

4 (51). – С. 37–48.

198. РД 50-158-82 Методические указания по разработке программ комплексной стандартизации продукции. Основные положения [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: РД 50-158-82 (дата обращения: 10.06.2020).

199. Рейтинг социально-экономического положения субъектов РФ РИА Рейтинг [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://vid1.rian.ru/ig/ratings/rating_regions_2020.pdf (дата обращения: 10.06.2020).

200. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей 25 сентября 2015 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n15/291/92/pdf/n1529192.pdf> (дата обращения: 10.06.2020).

201. РИА Рейтинг. Качество жизни в российских регионах – Рейтинг 2019 [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://riarating.ru/infografika/20200217/630153946.html> (дата обращения: 10.06.2020).

202. Рихтер, П. К., Ветрова М. А. Принятие операционных решений при переходе к принципам циркулярной экономики в отраслях промышленности РФ // Эколого-экономические проблемы развития регионов и страны (устойчивое развитие, управление, природопользование). Материалы 14-й Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики. – 2017. – С. 229–234.

203. Семья, труд, доходы, потребление / Н. М. Римашевская, И. А. Герасимов, В. Г. Копнина и др. – М.: Наука, 1977. – 314 с.

204. Сербулова, Н. М. Барьеры на пути перехода к циркулярной экономике / Н. М. Сербулова, А. С. Городнянская, С. В. Канурный // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 3 (92). – С. 978–983.

205. Симченко, Н. А., Цёхла, С. Ю. (2021). Теория циркулярных экономических систем: концептуальный дискурс. // Теоретическая экономика. – 74(2). С. 66–72.

206. Сосфенов, Д. А. Цифровой двойник: история возникновения и перспективы развития // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2023. – № 4. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovoy-dvoynik-istoriya-vozniknoveniya-i-perspektivy-razvitiya> (дата обращения: 27.02.2024).

207. Сочеева, В. Е. Циркулярная модель экономики как новый подход к проблеме устойчивого развития // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2018. – № 7.

208. Тихоцкая И.С. Проблема бытовых отходов в Японии. Современные решения. // География. – 2007. – № 20.

209. Трунин, Г. А. Экономика рециклинга в России: взгляд на проблему // Вестник Владимирского госуд. ун-та. Серия: Эконом. науки. – 2015. – № 2 (4). – С. 106.

210. Фурер, С. Ю. Модели экономики замкнутого цикла, используемые в России // Теория и практика мировой науки. – 2019. – № 2.

211. Чеканова, Е. В. Анализ инновационного потенциала России в процессе перехода к циркулярной экономике / Е. В. Чеканова // Экономика. Управление. Финансы. – 2020. – № 4 (22). – С. 101–110.

212. Четыркина, Н. Ю., Стародубцева Е. Д. Перспективы применения смарт-стандартов на промышленном предприятии // Общество: политика, экономика, право. – 2022. – № 5 (106).

213. Шкарупета, Е. В., Гилёк С. А., Польщиков Т. И. Развитие нарратива циркулярной экономики // Анализ проблем внедрения результатов инновационных исследований. – 2022. – С. 180.

214. Школина Т.В.. Научно-методическое обеспечение интегрированной системы менеджмента качества организации. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Брянск – 2010, Стр.11-12.

215. Экономика качества, стандартизации и сертификации : Метод. указания к практическим работам для студентов бакалавриата по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология» всех форм обучения / сост. Ю. Г. Малахова ; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск, 2018. – 68 с.

216. Bellagio Declaration. Circular Economy Monitoring Principles. file:///C:/Users/oldwi.DESKTOP-3VD7UM5/Downloads/Bellagio%20Declaration.pdf

217. Bras, B. and McIntosh, M.W. (1999). Product, process, and organizational design for remanufacture: an overview of research. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 15:167–178.

218. Boulding K. E. "The Economics of Knowledge and the Knowledge of Economics". *American Economic Review*, Vol. 56, No. 1/2, March 1, 1966: 1–13

219. Carson, Rachel. *Silent Spring*. — Houghton Mifflin Company, 1962. — 368 p.

220. Cities of Opportunity 7 [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://www.pwc.com/us/en/cities-of-opportunity/2016/cities-of-opportunity-7-report.pdf> (дата обращения: 10.06.2020).

221. L. Frodermann, *Exploratory Study on Circular Economy Approaches. A Comparative Analysis of Theory and Practice.*, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, part of Springer Nature 2018 *Wirtschaftsethik in der globalisierten Welt*, <https://doi.org/10.1007/978-3-658-21949-9>.

222. Genuine Progress Indicator, GPI) [75. Contribution to Beyond GDP Virtual Indicator Expo. Genuine Progress Indicator. Center for Sustainable Economy. 2012 [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://ec.europa.eu/environment/beyond_gdp/download/factsheets/bgdp-ve-gpi.pdf (дата обращения: 10.06.2020).

223. Guide J., Wassenhove L. *The Evolution of Closed-Loop Supply Chain Research* [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/220243663_The_Evolution_of_Closed-Loop_Supply_Chain_Research (дата обращения: 08.11.2017).

224. <https://eec.eaeunion.org/upload/iblock/cbb/Otchet-po-NIR-1-etap-TSirkulyarnaya-ekonomika.pdf>

225. Frosch, R.A. and Gallopoulos, N.E. (1989) Strategies for Manufacturing. *Scientific American*, 261, 144-152. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0989-144>

226. Jeffrey, K., Wheatley, H., Abdallah, S. *The Happy Planet Index: 2016. A global index of sustainable well-being*. London: New Economics Foundation. Happy

Planet Index [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://happyplanetindex.org/https://static1.squarespace.com/static/5735c421e321402778ee0ce9/t/57e0052d440243730fdf03f3/1474299185121/Briefing+paper+-+HPI+2016.pdf> (дата обращения: 10.06.2020).

227. Kirchherr J., Reike D., Hekkert M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.sci-hub.ru/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>(дата обращения: 10.06.2023).

228. Korhonen J., Nuur C., Feldmann A., Eshetu Birkie S. Circular economy as an essentially contested concept. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.sci-hub.ru/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>(дата обращения: 10.06.2023).

229. Lund, Robert T. (1996) The remanufacturing industry: hidden giant. Boston University. 1996. 69 с.

230. McCarthy, A., R. Delink and R. Bibas (2018), “The Macroeconomics of the Circular Economy Transition: A Critical Review of Modelling Approaches”, OECD Environment Working Papers, No. 130, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/af983f9a-en>.

231. Potting, J., et al., 2017. Circular Economy: Measuring Innovation in the Product Chain. Available at. <http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2016-circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains-2544.pdf>

232. Sauve S., Bernard S., Sloan P. Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.sci-hub.ru/10.1016/j.envdev.2015.09.002> (дата обращения: 10.06.2023).

233. Social Progress Index [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://www.socialprogress.org/index/global/methodology> (дата обращения: 10.06.2020).

234. Songyin D. Clustering with Fuzzy C-means and Common Challenges // Journal of Physics: Conference Series, Volume 1453, 2019 2nd International Conference on Computer Information Science and Artificial Intelligence (CISAI 2019), 25-27 October 2019, Xi'an, China. 2020.

235. Strategic management and the circular economy /Marcello Tonelli and Nicolao Cristoni.: New York : Routledge, 2019.

236. THE HAPPY PLANET INDEX. <https://neweconomics.org/2006/07/happy-planet-index>

237. Walter R. Stahel. The Circular Economy: A User's Guide. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.4324/9780429259203> (дата обращения: 10.06.2023).

238. Waste management in Europe - statistics & facts. <https://www.statista.com/topics/7561/waste-management-in-europe/#topicOverview>

239. World Energy & Climate Statistics – Yearbook 2024. <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Предварительная версия нейронной сети «Нечеткая кластеризация текстовых данных»

```
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense, Dropout
from sklearn.feature_extraction.text import TfidfVectorizer
from sklearn.model_selection import train_test_split, KFold
import numpy as np
import pandas as pd
from sklearn.preprocessing import LabelEncoder

data = pd.read_csv('/content/top_30_common_words.csv')

# Подготовка данных
vectorizer = TfidfVectorizer(max_features=1000)
texts = texts = data['MinFrequency'].astype(str)
label_encoder = LabelEncoder()
labels = label_encoder.fit_transform(data['Category'])

X = vectorizer.fit_transform(texts).toarray()

# Кросс-валидация
kf = KFold(n_splits=5, shuffle=True, random_state=42)
accuracies = []

for train_index, test_index in kf.split(X):
    X_train, X_test = X[train_index], X[test_index]
    y_train, y_test = labels[train_index], labels[test_index]

# Создание модели
model = Sequential([
    Dense(512, activation='relu',
input_dim=X_train.shape[1]),
    Dropout(0.5),
    Dense(256, activation='relu'),
    Dropout(0.5),
    Dense(4, activation='softmax')
])
```

```
# Компиляция модели
model.compile(optimizer='adam',
              loss='sparse_categorical_crossentropy',
              metrics=['accuracy'])

# Обучение модели
model.fit(X_train, y_train, epochs=50, batch_size=32,
         validation_data=(X_test, y_test))

# Оценка модели
loss, accuracy = model.evaluate(X_test, y_test)
accuracies.append(accuracy)

# Средняя точность по всем сплитам
average_accuracy = np.mean(accuracies)
print(f"Средняя точность модели: {average_accuracy:.2f}")
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Окончательная версия нейронной сети

«Нечеткая кластеризация текстовых данных»

```
from sklearn.feature_extraction.text import TfidfVectorizer
from sklearn.model_selection import train_test_split, KFold
import numpy as np
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense, Dropout
import docx
import pandas as pd
from sklearn.preprocessing import LabelEncoder

data = pd.read_csv('/content/top_30_common_words.csv')

# Подготовка данных
vectorizer = TfidfVectorizer(max_features=1000)
texts = texts = data['MinFrequency'].astype(str)
label_encoder = LabelEncoder()
labels = label_encoder.fit_transform(data['Category'])

X = vectorizer.fit_transform(texts).toarray()

# Разделение данных на обучающую и тестовую выборки
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, labels,
test_size=0.2, random_state=42)

# Создание и настройка модели нейросети
model = Sequential([
Dense(512, activation='relu', input_dim=X_train.shape[1]),
    Dropout(0.5),
    Dense(256, activation='relu'),
    Dropout(0.5),
    Dense(4, activation='softmax')
])

# Компиляция модели
model.compile(optimizer='adam',
loss='sparse_categorical_crossentropy', metrics=['accuracy'])

# Обучение модели
model.fit(X_train, y_train, epochs=30, batch_size=32,
validation_data=(X_test, y_test))

# Оценка модели
loss, accuracy = model.evaluate(X_test, y_test)
print(f"Точность модели на тестовых данных: {accuracy:.2f}")
```

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Окончательная версия нейронной сети

«Нечеткая кластеризация текстовых данных и выбор видов их интеграции»

```
# -*- coding: utf-8 -*-
"""ИНС 3 точность 83%

Automatically generated by Colab.

Original file is located at
https://colab.research.google.com/drive/1-49\_NzruBB\_5F3X8XW2b9iP\_OaEuu4v0
"""

!pip install python-docx

import docx
from collections import Counter
import string
import pandas as pd
import tensorflow as tf
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import LabelEncoder
import numpy as np
import nltk
from nltk.corpus import stopwords
from nltk.stem import WordNetLemmatizer
from sklearn.feature_extraction.text import TfidfVectorizer
from sklearn.metrics.pairwise import cosine_similarity
from docx import Document

def read_docx(file_path):
    doc = docx.Document(file_path)
    full_text = []
    for para in doc.paragraphs:
        full_text.append(para.text)
    return '\n'.join(full_text)

def clean_and_tokenize(text):
    text = text.lower()
    text = text.translate(str.maketrans('', '',
string.punctuation))
    tokens = text.split()
    return [word for word in tokens if word not in set(['и', 'в',
'на', 'с'])] # примерстоп-слов

def get_word_frequencies(text):
    tokens = clean_and_tokenize(text)
```

```

return Counter(tokens)

text1 = read_docx('/content/sample_data/ГОСТРИСО 56002-
2020.docx')
text2 = read_docx('/content/sample_data/ИСО 14001 2015.docx')

frequencies1 = get_word_frequencies(text1)
frequencies2 = get_word_frequencies(text2)

common_words = set(frequencies1) & set(frequencies2)

# создание списка из пар (слово, минимальная частота
встречаемости)
common_words_frequencies = [(word, min(frequencies1[word],
frequencies2[word])) for word in common_words]

top_30_common_words = sorted(common_words_frequencies, key=lambda
x: x[1], reverse=True)[:30]

df = pd.DataFrame(top_30_common_words, columns=['Word',
'MinFrequency'])
print(df)

y_век = [
    "полная интеграция", # организации
    "частичная интеграция", # для
    "частичная интеграция", # или
    "выравнивание", # к
    "полная интеграция", # организация
    "частичная интеграция", # должна
    "частичная интеграция", # ее
    "частичная интеграция", # а
    "частичная интеграция", # деятельности
    "частичная интеграция", # по
    "частичная интеграция", # могут
    "частичная интеграция", # от
    "частичная интеграция", # также
    "объединение", # а
    "объединение", # b
    "частичная интеграция", # при
    "выравнивание", # менеджмента
    "полная интеграция", # результатов
    "частичная интеграция", # например
    "частичная интеграция", # которые
    "частичная интеграция", # может
    "частичная интеграция", # быть
    "объединение", # с
    "частичная интеграция", # их
    "частичная интеграция", # положения

```



```

    "объединение",          # сторон
    "частичная интеграция", # возможности
    "частичная интеграция", # заинтересованных
    "частичная интеграция", # о
    "полная интеграция"    # процессы
]

df['Category'] = y_vec
print(df)

df.to_csv('top_30_common_words.csv', index=False)

# загрузка необходимых ресурсов NLTK
nltk.download('stopwords')
nltk.download('wordnet')
nltk.download('punkt')

# функция для предобработки текста
def preprocess_text(text):
    tokens = nltk.word_tokenize(text.lower())
    lemmatizer = WordNetLemmatizer()
    tokens = [lemmatizer.lemmatize(token) for token in tokens if
token.isalpha() and token not in stopwords.words('russian')]
    return ' '.join(tokens)

# функция для вычисления косинусного сходства
def calculate_similarity(text1, text2):
    vectorizer = TfidfVectorizer()
    tfidf = vectorizer.fit_transform([text1, text2])
    sim = cosine_similarity(tfidf[0:1], tfidf[1:2])
    return sim[0][0]

# функция для чтения содержимого DOCX файла
def read_docx(file_path):
    doc = Document(file_path)
    full_text = []
    for para in doc.paragraphs:
        full_text.append(para.text)
    return '\n'.join(full_text)

# предобработка текстов
text1_processed = preprocess_text(text1)
text2_processed = preprocess_text(text2)

# вычисление сходства
similarities = calculate_similarity(text1_processed,
text2_processed)
print(f"Сходство между текстами: {similarities:.2f}")

data = pd.read_csv('top_30_common_words.csv')

```

```

# извлечение столбца MinFrequency как массив X
X = data['MinFrequency'].values.reshape(-1, 1)

# кодирование категорий
label_encoder = LabelEncoder()
y = label_encoder.fit_transform(data['Category'])

print("Shape of X:", X.shape)
print("Shape of y:", y.shape)

X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y,
test_size=0.2, random_state=42)

model = tf.keras.models.Sequential([
    tf.keras.layers.Dense(50, activation='relu',
input_shape=(1,)),
    tf.keras.layers.Dropout(0.2),
    tf.keras.layers.Dense(30, activation='relu'),
    tf.keras.layers.BatchNormalization(),
    tf.keras.layers.Dense(4, activation='softmax')
])

model.compile(optimizer='adam',
loss='sparse_categorical_crossentropy', metrics=['accuracy'])

early_stopping = tf.keras.callbacks.EarlyStopping(
    monitor='val_loss',
    patience=10,
    restore_best_weights=True
)

history = model.fit(
    X_train, y_train,
    epochs=100,
    batch_size=32,
    validation_data=(X_test, y_test),
    callbacks=[early_stopping]
)

loss, accuracy = model.evaluate(X_test, y_test)
print(f'Accuracy: {accuracy*100} %')
print(f'Loss: {loss}')Код в работе.

```

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Алгоритм коррекции нейронной сети «Нечеткая кластеризация текстовых данных и выбор видов их интеграции» для обработки неструктурированных текстов

1. Чтение и предобработка текста. Неструктурированные тексты требуют предварительной обработки, таких как удаление шума и нормализация, что достигается за счет реализации соответствующих функций обработки перед векторизацией.

```
def preprocess_text(text):
    tokens = nltk.word_tokenize(text.lower())
    lemmatizer = WordNetLemmatizer()
    tokens = [lemmatizer.lemmatize(token) for token in tokens if
token.isalpha() and token not in stopwords.words('russian')]
    return ' '.join(tokens)

text1_processed = preprocess_text(text1)
text2_processed = preprocess_text(text2)
```

2. Векторизация текста. Для управления сложностью и качеством векторного представления текста изменяются параметры инструмента TfidfVectorizer, такие как max_features, stop_words, ngram_range,.

```
vectorizer = TfidfVectorizer(max_features=1000,
stop_words='english', ngram_range=(1,2))
```

3. Настройка модели осуществляется в два этапа:

Выбор модели. В случае классификации сложных неструктурированных текстов возникает необходимость использования иных классификаторов. В частности, для решения подобных задач наиболее применимым является использование ординальной логистической регрессии:

```
fromsklearn.linear_modelimportLogisticRegression
model = LogisticRegression()
```

Параметры обучения. В особо сложных случаях возникает необходимость дополнительной настройки процесса обучения нейронной сети. Для этого модифицируют параметры метода `fit()`, такие как количество эпох (`epochs`) или размер пакета (`batch_size`).

```
model.fit(X_train, y_train, epochs=30, batch_size=10)
```

4. Разделение данных. При реализации кросс-валидации в процессе обучения нейронной сети возникает необходимость регулирования размера тестовой выборки. Это достигается за счет изменения параметра `test_size` в функции `train_test_split()`, управляющей соотношением разделения на обучающую и тестовую выборки.

```
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, labels,  
test_size=0.3, random_state=42)
```

5. Оценка модели. При оценке достоверности и пригодности предобученной нейронной сети для задач кластеризации неструктурированных текстов может возникнуть необходимость расширения набора метрик оценки. Для реализации данной задачи изменяют метрики в `model.evaluate ()` или добавляют другие метрики, такие как F1-счет, для более глубокого анализа производительности модели.

```
from sklearn.metrics import f1_score  
y_pred = model.predict(X_test)  
f1 = f1_score(y_test, y_pred, average='macro')  
print(f'F1 Score: {f1:.2f}')
```