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

На правах рукописи

Бурылов Василий Сергеевич

ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ

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, Леонова Т.И.

Санкт-Петербург
2026

Содержание

ВВЕДЕНИЕ 4

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ СТРАТЕГИИ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ В НОВЫХ УСЛОВИЯХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 15

1.1 Мировые и национальные тенденции, как предпосылки развития стратегического управления качеством 15

1.2 Развитие теории и методологии стратегического управления качеством организации в новых условиях окружающей среды 40

1.3 Формирование стратегии качества в организации в условиях современного развития 70

Выводы 1 главы 104

ГЛАВА 2. ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ 106

2.1 Формирование оптимальной стратегии качества на основе моделирования 106

2.2 Тензор качества и нейронные сети 120

2.3 Создание и машинное обучение искусственных экспертных систем 138

Выводы главы 2 156

ГЛАВА 3. ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ КАЧЕСТВА РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНО – ЭКОНОМИЧЕКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ 160

3.1 Модель оптимальной стратегии качества развития территориального социально экономического объекта 160

3.2 Целевые показатели стратегии качества развития регионов 178

3.3 Цифровые методы анализа стратегии качества развития регионов 193

Выводы главы 3 214

ГЛАВА 4. ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ СТРАТЕГИИ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ НА БАЗЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (НА ПРИМЕРЕ ГУП «ВОДОКАНАЛ СПБ») 216

4.1 Методология создания цифрового двойника организации для определения оптимальных параметров при проектировании стратегии качества организации..... 216

4.2 Разработка и верификация математической модели стратегии качества организации (На примере ГУП»Водоканал СПб»)..... 228

Выводы главы 4 251

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 253

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 271

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Индексы устойчивого развития общества 315
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Глобальные риски 318
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Качество государственного управления 321
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Содержание цифровых технологий 323
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Подходы к определению стратегического менеджмента (управления) качеством в научной литературе..... 325
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Таблица со средними значениями для каждого кластера 328
ПРИЛОЖЕНИЕ И. Программный код определения собственного числа тензора качества 330
ПРИЛОЖЕНИЕ К. Построение мультилинейной регрессионной нейронной сети..... 331

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В эпоху технического прогресса, возникновения новых потребностей человека и общества, а также наличия неопределённостей угроз и возможностей возрастает актуальность стратегических решений. Это особенно важно для фундаментальных проблем качества, охватывающих такие направления, как устойчивое развитие, качество государственного управления и качество жизни человека в условиях возрастания рисков и активного внедрения цифровых технологий.

В принятой директиве стратегического развития РФ основной целью ставится экономический рост и повышение качества жизни человека в условиях цифровой трансформации, что определяет значимость стратегического управления качеством, как базы для данных преобразований и необходимость построения стратегии качества в каждой организации и обществе в целом для создания стратегических приоритетов. При этом особое значение приобретает разработка оптимальной стратегии качества с учётом ресурсных и институциональных ограничений, характерных для текущего этапа цифрового развития.

В настоящее время сохраняется ряд вопросов, связанных с формированием оптимальной стратегии качества организации на базе цифровых методов и моделей. К их числу относятся недостаточная теоретическая и методологическая проработанность проблем построения стратегии качества как в её всеобщем, так и в локальном измерении; ограниченное использование методов искусственного интеллекта и цифровых технологий в процессе стратегического управления качеством; отсутствие комплексных механизмов достижения оптимального уровня качества на основе создания и анализа цифровых двойников. Решение таких вопросов потребует дальнейшего совершенствования концепции Всеобщего управления качества (Total Quality Management) для построения оптимальных стратегий в области качества на основе цифровых методов и моделей. В совокупности это обусловило высокую актуальность проблемы формирования стратегии качества организации и общества на основе цифровых методов и

моделей и предопределило выбор направления диссертационного исследования, его цель и задачи.

Степень разработанности научной проблемы. Вопросы теории, методологии и практических рекомендаций по формированию стратегического управления качеством представлено в зарубежных и отечественных исследованиях, среди которых работы таких зарубежных авторов как И. Ансофф, Б. Альстрэнд, Дж. Барни, Э.М. Гольдратт, С. Гошал, Р.Грант, П. Друкер, Р. Кох, Б. Куинн, Дж. Д. Кэмпбелл, Д. Кэнуэлл, Дж. Лэмпел, Г. Минцберг, М. Портер, К. Прахалад, Д. Стоунхаус, Д. Тис, Б. Хьюстон, Г.Хэмел, а также отечественных авторов таких как Т.А. Андреева, А.М. Аронов, М.С. Бабарин, А.Г. Гаркушин, В.В. Ефимов, Н.В. Злобина, А.Т. Зуб, А.Н. Петров, Л.Ф. Попова, М.В. Самсонова и др.

Среди работ, посвященных проблемам стратегии качества организаций, следует выделить труды Ю.П. Адлера, И.И. Антоновой, М.С. Бабарина, В.Я. Белобрагина, Н.А. Бонюшко, А. Воробьева, Е.А. Горбашко, Т.И. Зворыкиной, Й. Кондо, Т.И. Леоновой, В.В. Окрепилова, В.Г. Прохорович, Ю.И. Ребрина, К.М. Туманова, М. В. Утевской, Н.Ю. Четыркиной, и др.

Работы по формировании стратегии качества устойчивого развития регионов принадлежат таким авторам как Е. В. Азимина, А. В. Бабкин, В. Я. Белобрагин, Л.И. Бирюкова, Ю.В. Вершинина, Н. В. Говорова, Н.В. Злобина, С.Н. Кузьмина, Т.Р. Мкртчян, М.О. Подпругин, Т.А. Салимова, А. В. Титова, Е.А. Третьякова, Ю.В. Черных и др.

Исследованию цифровых методов и моделей стратегии качества, уделено внимание в трудах таких авторов как Г.Г. Азгальдов, Т.А. Андреева, В.Г Благовещенский, А.И. Боровков, Е.В. Васильева, В.В. Васильев, Л.В. Виноградов, В.Е. Гмурман, И.В. Дергачева, А.Г. Жукова, М.И. Лысачев, В.В. Макаров, В.И. Маколов, В.В. Мирошников, А.И. Орлов, А.Н. Прохоров, В.Г. Самойлович, В.П. Семенов, Е.А. Фролова, Л.В. Черненькая и др.

Анализ существующих исследований показывает, что недостаточно разработаны теоретические и методологические основы стратегического

управления качеством в контексте глобальных изменений внешней среды, таких как цифровизации, устойчивого развития глобальных рисков и прочего. В большинстве случаев качество рассматривается через призму конечных результатов деятельности организации, что сводится к анализу экономических показателей и рыночных параметров. Однако такая оценка не отражает комплексное влияние качества на устойчивое развитие, включая его социальные и экологические аспекты. Остается недостаточно изучен вопрос формирования стратегии качества в моделях устойчивого развития, отдельного внимания требует разработка моделей системного анализа оптимального управления качеством и цифровых методов.

Целью диссертационного исследования является разработка теоретических, методологических, методических основ формирования стратегии качества социально – экономических объектов, в частности организации, регионов, государства, в новых условиях развития общества, на базе применения цифровых методов и моделей математического анализа, оптимизации, векторных подходов и нейронных сетей.

В соответствии с целью исследования в работе были поставлены следующие **задачи**:

1) В свете развития теории стратегического управления качеством разработать концептуальные основы стратегического управления качеством социально – экономического объекта в контексте современных парадигм стратегического управления.

2) Разработать модель всеобщей и локальной стратегии качества социально-экономических объектов.

3) Уточнить содержание понятия оптимальной стратегии качества и разработать алгоритм её формирования с использованием инструментов системного анализа.

4) Разработать алгоритм оптимизации многопараметрического тензора качества на основе эвристического метода медианы Кемени и последующего

матричного анализа с применением авторского программного кода на языке Python.

5) Разработать методологический подход к формированию оптимальной стратегии качества развития территориальных социально-экономических объектов Российской Федерации на основе применения векторной оптимизации системы установленных показателей с использованием цифровых методов, направленных на обоснование, разработку и внедрение эффективных управленческих решений.

6) Предложить использование экспертной системы в рамках машинного обучения для решения задач оптимизации стратегии качества.

7) Разработать алгоритм по использованию цифровых двойников при проектировании стратегии качества оптимизируемых процессов.

8) Разработать методологический подход к формирования целевых показателей стратегии качества процесса производства продукции на основе использования создаваемых в ходе машинного обучения экспертных систем.

9) В рамках стратегии качества организаций Водоканала разработать методику, обеспечивающую оптимальные значения тензора качества в контексте качества процесса очистки питьевой воды (на примере ГУП «Водоканал СПб»).

Объектом диссертационного исследования являются социально-экономические объекты, в частности организации, регионы (территории), государство, реализующие цифровые методы и модели для построения стратегии качества социально – экономических объектов.

Предметом диссертационного исследования являются теоретические и методологические аспекты формирования стратегии качества организации на основе цифровых методов и моделей системного анализа элементов качества и их практического применения.

Теоретической базой диссертационного исследования послужили фундаментальные труды зарубежных учёных в области стратегического управления качеством. Важное методологическое значение для работы имели положения теории устойчивого развития организации и общества, а также

фундаментальные концепции теории системного анализа, математической оптимизации и статистики.

Диссертационное исследование опирается на международные стандарты ИСО серии 9000, международные стандарты в области управления качеством и устойчивого развития, а также национальные стандарты ГОСТ, соответствующие тематике работы.

Методологическую основу диссертационного исследования образуют данные официальных источников, включая материалы по устойчивому развитию общества, размещённые на сайте ООН, статистическую информацию о социально-экономическом развитии Российской Федерации с официального сайта Федеральной службы государственной статистики (Росстат), данные официальных ресурсов Министерств РФ, а также нормативные правовые документы и стандарты ГОСТ Р. Дополнительно использованы числовые базы данных и аналитические материалы, сформированные автором на основе информации, полученной в организациях.

Информационную базу диссертационного исследования образуют данные официальных источников, включая материалы по устойчивому развитию общества, размещённые на сайте ООН, статистическую информацию о социально-экономическом развитии Российской Федерации с официального сайта Федеральной службы государственной статистики (Росстат), данные официальных ресурсов Министерств РФ, а также нормативные правовые документы и стандарты ГОСТ Р. Дополнительно использованы числовые базы данных и аналитические материалы, сформированные автором на основе информации, полученной в организациях.

Достоверность результатов диссертационного исследования обеспечиваются применением общепризнанных научных положений TQM, теории систем и нормативных документов в области экономики качества, рассмотренных в большом количестве научных источников, а также публикацией в журналах рекомендованных ВАК, апробацией на ряде конференция.

Обоснованность результатов диссертационного исследования определяется грамотным использованием методов многомерного, статистического и оптимизационного анализа, базирующихся на наиболее авторитетных и цитируемых научных источниках. Для решения поставленных задач применялись методы системного анализа и обработки массивов статистических данных с использованием прикладных программных средств Statistica 13, SPSS, MATLAB, Python и иных цифровых инструментов.

Содержание диссертации соответствует Паспорту научной специальности 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика (стандартизация и управление качеством продукции)» по п. 12 «Стандартизация и управление качеством продукции» в части пп.: 12.8 - Резервы и механизмы повышения качества продукции; 12.10 - Организационно-экономические аспекты совершенствования инструментария обеспечения качества продукции.

Научная новизна основных результатов состоит в разработке теоретико-методологических и методических положений по формированию стратегии качества социально-экономических объектов, организаций, регионов, государства в новых условиях развития общества на базе цифровых методов и моделей, в том числе методов оптимизации; применения тензора качества, использования экспертных систем, нейронных сетей и цифровых двойников по их применению в отраслях народного хозяйства, что позволяет формировать оптимальную стратегию качества развития страны для достижения ее стратегических целей.

К основным результатам диссертации, полученным лично автором и обладающим научной новизной, относятся:

1. В развитие теории управления качеством разработана концептуальная модель стратегического управления качеством для социально-экономических объектов в рамках новой парадигмы стратегического управления, обусловленной изменениями внешней среды (цифровизации, неопределённости и рисков, устойчивого развития общества, качества жизни, качества государственного управления), внутренней среды (ресурсного превосходства, управления знаниями, динамическими способностями) и актуальными подходами принятия

стратегических решений (стейкхолдерским, системным, адаптивным, ситуационным, проектно-портфельным), определено, что цифровизация выступает базовой платформой стратегического управления; в рамках новой парадигмы раскрыто содержание основных элементов стратегии качества в условиях цифровизации, что в целом отличает данную концепцию от представленных ранее и создает теоретический фундамент для последующих научных положений данной диссертации. Предложенная концепция позволит формировать оптимальную стратегию качества социально – экономических объектов в новых условиях хозяйствования.

2. Разработана модель стратегии качества развития социально-экономического объекта как совокупности стратегий различной уровневой иерархии, а именно: всеобщей стратегии качества (уровня направления общей или корпоративной стратегии) и локальной стратегии качества (уровня функциональной стратегии) социально-экономического объекта, то есть как разных по уровню и содержанию стратегий; представлены взаимосвязь стратегий и векторное представление характеристик стратегий, определены основные элементы формирования стратегии качества как всеобщего, так и локального характера, а именно: целеполагание на основе иерархии целей стратегии качества, проведение внешнего и внутреннего анализа и выбора направления стратегии качества социально-экономического объекта, формализованы векторные характеристики модели, необходимые для их использования во всех предлагаемых цифровых методах и моделях последующих пунктов новизны. В научном плане предложенный подход позволит проводить уровневый анализ формирования стратегии качества организаций и социально –экономических объектов.

3. Определено понятие оптимальной стратегии качества социально – экономического объекта как стратегии, направленной на получение наилучшего результата в области качества при динамическом изменении параметрических требований и внешних воздействий в условиях ограниченных ресурсов; разработан концептуальный алгоритм формирования оптимальной стратегии качества, включающий семь этапов с использованием цифровых методов и моделей

системного анализа: в том числе: детерминированных, стохастических, экспертных, комбинированных, являющихся методологической основой для последующего изложения используемых в алгоритме цифровых методов и моделей. Предложенный алгоритм позволяет находить оптимальное решение при формировании стратегии качества с помощью цифровых моделей и методов, что обеспечивает успех ее реализации и экономию ресурсов.

4. Впервые предложено оценивать оптимальные параметры стратегии качества социально-экономического объекта в виде тензора первого ранга, повышающего достоверность параметров стратегии качества организации, разработан авторский алгоритм нахождения тензора качества с использованием эвристического метода Медианы Кемени и последующего матричного анализа, с помощью разработанного кода на языке Python. Представленный алгоритм позволяет получать надежные результаты целевых показателей стратегии качества, в том числе и в случае использования нечисловых и неопределенных входных параметров математической модели.

5. Для реализации представленных теоретических предложений разработан методологический подход к формированию оптимальной стратегии качества развития территориальных социально-экономических объектов, в частности регионов России; предложены интерпретации моделей развития на основе векторной оптимизации установленных показателей стратегии качества и применения цифровых методов, в частности кластеризации, регрессионного и корреляционного анализа, что позволяет на практике формировать стратегии качества устойчивого развития регионов в ходе социально-экономических преобразований.

6. В развитие цифровых методов формирования стратегии качества разработана экспертная система для неформального выбора параметров стратегии качества социально-экономического объекта, впервые построенная в ходе проведенного машинного обучения, которая на основе встроенных в нее знаний специалистов производит оценку компетентности привлекаемой проектной команды специалистов по формированию параметров стратегии качества на основе

цифрового инструмента байесовской сети доверия, реализуемой с помощью авторской компьютерной программы на базе софта HUGIN 9.5. Разработанная программа обеспечивает объективный выбор экспертов для построения стратегии качества.

7. Автором разработан алгоритм проектирования цифровых двойников стратегии качества организации, одновременно сочетающего возможности искусственного и естественного интеллектов, получающиеся в ходе процедуры машинного обучения; такое проектирование отличается тем, что впервые позволяет учитывать входные параметры стратегии качества разной природы, необходимые для разработки мероприятий стратегии качества и прогнозирования ее коррекции во времени.

8. С использованием предлагаемых цифровых методов и моделей разработан методологический подход к формированию целевых показателей стратегии качества процесса производства продукции на основе использования создаваемых в ходе машинного обучения экспертных систем, который отличает возможность совместного учета объективных и субъективных методов при перманентной обработке полученного массива данных с помощью кодов на базе используемых систем искусственного интеллекта. Представленный подход может применяться в различных отраслях экономики, обеспечивая получения оптимальных параметров стратегии качества процесса производства продукции.

9. В рамках стратегии качества организаций Водоканала, разработана уникальная методика определения оптимальных параметров качества процесса очистки воды как целевых показателей стратегии качества на примере ГУП «Водоканал СПб» и собранного за 10 лет массива статистических данных, подтвердившая адекватность построенного цифрового двойника и позволяющая наметить ориентиры развития стратегии качества процесса очистки воды ГУП «Водоканал СПб», предложенная методика может быть полезной для организаций Водоканала при формировании стратегии качества очистки питьевой воды.

Теоретическая значимость диссертации заключается в развитии концептуальных положений стратегического управления качеством, углублении

теоретических основ формирования и реализации стратегии качества организации и социально – экономических объектов, уточнении содержания фундаментальных категорий оптимизации параметров качества, а также в развитии методологических основ достижения оптимального качества как самостоятельного направления науки о качестве. Существенный вклад внесён в теоретическое обоснование категории тензора качества и её использования в стратегическом управлении, с учетом цифровизации, геополитических рисков, требования устойчивого развития и трансформации экономики.

Практическая значимость исследования состоит в разработке методических рекомендаций и прикладных предложений, которые могут быть использованы организациями и иными социально-экономическими объектами при формировании моделей стратегии качества в условиях современных вызовов. Полученные результаты способствуют разработке и реализации оптимальных стратегий качества и могут применяться для внедрения цифровых инструментов в систему стратегического управления качеством на различных уровнях социально-экономического развития.

Апробация результатов исследования осуществлялась в ходе обсуждения основных положений и выводов диссертационной работы на XV международной научно-практической конференции «Национальные концепции качества: роль качества в стратегиях социально-экономического развития в новом мире» (Санкт-Петербург, 2024 г.), XVII национальной научно-практической конференции с международным участием «Современный менеджмент: проблемы и перспективы» (Санкт-Петербург, 2022 г.), международной научно-практической конференции молодых ученых Санкт-Петербургского государственного экономического университета «Научные исследования современных проблем развития России: цифровая трансформация экономики» (Санкт-Петербург, 2022 г.), VII всероссийской научно-практической конференции «Эффективное управление экономикой: проблемы и перспективы» (Симферополь, 2022 г.), IX Международном научно-практическом форуме «Эффективные системы менеджмента: качество и цифровые интеллектуальные системы» (Казань, 2021 г.)

и других научных конференциях, а также посредством их публикации в сборниках научных трудов и в рецензируемых российских и международных научных изданиях.

Публикации по теме диссертации – содержат 50 опубликованных работ объёмом 53,5 п.л., в т. ч. авторским – 24,8 п.л., в числе которых 3 монографии, 18 статей из списка журналов, рекомендованных ВАК, 2 статьи SCOPUS, 27 статей в научных сборниках.

Структура диссертации включает введение, четыре главы, заключение, список литературы и приложения.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ СТРАТЕГИИ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ В НОВЫХ УСЛОВИЯХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

1.1 Мировые и национальные тенденции, как предпосылки развития стратегического управления качеством

Необходимость развития стратегического управления (ред. – менеджмента - рассматриваемого в данном исследовании как синонимы), в том числе его составленной части стратегического управления качеством, обусловлена тем, что многие ученые в области стратегического управления (менеджмента), такие как П. Друкер [170;171;172], Ф. Котлер [213;214], А.И. Пригожин [286] утверждают, что содержание стратегического менеджмента меняется с изменением условий окружающей среды и самого человека. Так, ведущий исследователь в области менеджмента отечественный учетный А.Н. Петров отмечает, что законы менеджмента, в отличие от законов физики, должны со временем модернизироваться вследствие про исходящих изменений в окружающей среде [278].

Основываясь на этих утверждениях, автором настоящей диссертации была выдвинута гипотеза, что предпосылками дальнейшего развития стратегического управления качеством являются глобальные изменения окружающего мира.

Глобальными мировыми тенденциями, определяющими направления развития человечества, являются стремление к устойчивому развитию, повышению качества жизни людей, усиление неопределенности и неблагоприятных глобальных рисков, в том числе геополитических рисков, расширение цифровой трансформации общества и подобные. Все это требует большего внимания к исследованию стратегических аспектов управления организации и обществом в области качества.

Основным трендом развития современного общества является ориентация на **устойчивое развитие.** Устойчивое развитие – это концепция, которая способствует повышению качества жизни общества. Устойчивое развитие

определяется как баланс между охраной окружающей среды и удовлетворением потребностей человека таким образом, чтобы эти потребности могли быть удовлетворены не только в настоящем, но и в неопределенном будущем. Разница между понятиями «устойчивость» и «устойчивое развитие» заключается в том, что устойчивость часто рассматривается как долгосрочная цель, в то время как устойчивое развитие относится ко многим процессам и путям ее достижения.

Впервые термин «устойчивое развитие» был введен в обиход Международным союзом охраны природы в 1980 году после публикации в 1987 году доклада комиссии Брундтланда [388]. Всемирная комиссия по окружающей среде и развитию (Комиссия Брутланда) отметила, что «современное состояние технологий и социальной организации в отношении экологических ресурсов вместе с ограниченной способностью биосферы поглощать последствия человеческой деятельности» накладывают ограничения на устойчивое развитие.

На современном этапе прогресс человечества во многом определяется концепцией устойчивого развития, включающей цели устойчивого развития (ЦУР) в экономической, социальной и экологической области [147].

В 2012 году на Конференции ООН по устойчивому развитию была представлена концепция целей устойчивого развития (sustainable development goals, SDGs) и приуроченных к ним задач. В итоге, 25 сентября 2015 г. 193 страны, входящих в Генеральную Ассамблею ООН, приняли Повестку дня в области развития на период до 2030 года, в которой были установлены 17 целей устойчивого развития:

1. Искоренение нищеты во всех формах повсеместно.

2. Ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности, улучшение питания и содействие стабильному сельскому хозяйству.

3. Обеспечение здорового образа жизни и способствование благополучию для всех в любом возрасте.

4. Обеспечение инклюзивного и справедливого качественного образования и содействие созданию возможностей для обучения на протяжении всей жизни для всех.

5. Достижение гендерного равенства и расширение прав и возможностей всех женщин.

6. Обеспечение доступности и стабильного управления водоснабжением и санитарией повсеместно.

7. Обеспечение доступа к надежной, устойчивой и современной энергии повсеместно.

8. Содействие устойчивому экономическому росту, полной занятости и достойной работе для всех.

9. Формирование устойчивой инфраструктуры, содействие инклюзивной и устойчивой индустриализации и стимулирование инноваций.

10. Сокращение неравенства внутри стран и между ними.

11. Обеспечение безопасности и стабильности в городах и других населенных пунктах.

12. Формирование устойчивых моделей потребления и производства.

13. Принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями.

14. Сохранение и устойчивое использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития.

15. Защита, восстановление и поощрение устойчивого использования наземных экосистем, устойчивое управление лесами, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение утраты биоразнообразия.

16. Содействие мирному и инклюзивному обществу в интересах устойчивого развития, обеспечение доступа к правосудию для всех и создание эффективных, подотчетных институтов на всех уровнях.

17. Укрепление средств осуществления и активизация глобального партнерства в интересах устойчивого развития [388].

Сегодня во многих странах наблюдается прогресс по ключевым направлениям общественного развития, но в целом действия по реализации устойчивого развития пока не продвигаются с требуемой скоростью или

масштабом. На данный момент концепция устойчивого развития представляет собой скорее набор целей, но прослеживается нехватка точных, определенных механизмов или инструментов действий.

Потребление и производство во всем мире являются движущей силой любой экономики. Но оно часто основано на использовании ресурсов, а также применении способов, оказывающих разрушительное воздействие на окружающую среду. Социально-экономический прогресс в прошлом веке сопровождался разрушением самих систем, от которых зависит наше будущее развитие, и окружающей среды, нынешнее состояние которой действительно угрожает дальнейшему выживанию.

К примеру, если популяция человечества достигнет около 10 миллиардов человек, то планета не сможет обеспечивать людей необходимыми ресурсами при нынешнем потреблении. Кроме того, потребуется в три раза больше ресурсов, относительно текущих запасов [342].

Внедрение концепции устойчивого развития будет способствовать решению проблем негативного влияния на окружающую среду и созданию более благоприятных условий для жизни людей. Устойчивое развитие - это развитие, при котором удовлетворение потребностей нынешнего поколения происходит без ущерба для возможности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Концепция создавалась на фоне глобальных экологических и общественных проблем и растущего населения, живущего в бедности.

Устойчивое потребление и производство направлены на повышение эффективности и качества, но затрачивая меньше ресурсов и средств. Также данная концепция имеет цель преодолеть прямую связь между экономическим ростом и ухудшением состояния окружающей среды, повысить эффективность использования ресурсов и способствовать более устойчивому образу жизни. Кроме того, внедрение концепции устойчивого развития в производство и психологию потребления может внести значительный вклад в сокращение бедности и переход к низкоуглеродной и «зеленой» экономике.

25 сентября 2015 года государства - члены ООН приняли Повестку дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Она включает совокупность из 17 целей устойчивого развития (ЦУР), направленных на искоренение бедности, защиту ресурсов планеты и обеспечение всеобщего процветания. В свою очередь, в рамках ЦУР определены 169 задач и конкретные инструменты для их достижения. Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года - это амбициозный план глобальных преобразований, который содержит 17 взаимосвязанных и неотделимых целей и задач устойчивого развития. Важно отметить, что эта программа универсальна и распространяется на все страны [258]. План на период до 2030 года направлен на то, чтобы повысить уровень жизни нынешнего и будущего поколений во всем мире. Фактически, устойчивое развитие - это не только независимая цель, но и идеальный доступный инструмент международного сообщества для предотвращения различных проблем. Достижение целей устойчивого развития требует совместных усилий правительства, коммерческих организаций, гражданского общества и всех людей на планете.

В Докладе Генерального секретаря ООН 2019 года на тему прогресса в достижении целей устойчивого развития отмечено, что показатели крайней нищеты и детской смертности продолжают снижаться. Достигнут прогресс в борьбе с такими заболеваниями, как гепатит, и количество новых случаев инфицирования хроническим вирусом гепатита В резко снизилось. Имеется прогресс при достижении некоторых целей гендерного равенства, включая составление бюджета с учетом гендерных аспектов. Доступ к электричеству начинает расширяться в наименее развитых странах. Во всем мире производительность труда выросла, а безработица вернулась к докризисному уровню. Доля городского населения, живущего в трущобах, сокращается. За период с 2010 года более чем вдвое увеличилась доля находящихся под национальной юрисдикцией водных районов, которые отнесены к категории охраняемых морских районов [312].

Эти результаты демонстрируют значительные достижения работы, проделанной многими правительствами и партнерами с 2015 года. Правительства уделяют приоритетное внимание включению целей устойчивого развития в национальные планы и политику, создавая институциональные механизмы для поощрения и мониторинга необходимых изменений в экономике и обществе.

Несмотря на эти позитивные тенденции и широкий спектр мер и инициатив, соотнесенных с Повесткой дня на период до 2030 года, по-прежнему наблюдаются недостаточно интенсивные и быстрые изменения, необходимые для достижения целей в области устойчивого развития.

По прогнозам к 2030 году показатель крайнего уровня бедности составит 6%, что не соответствует глобальной цели ее искоренения. Биоразнообразие исчезает с угрожающей скоростью. Около миллиона видов животных и растений уже находятся на грани исчезновения, многие из которых могут исчезнуть в ближайшие десятилетия. Выбросы парниковых газов продолжают расти. А финансирование устойчивого развития и другие фонды действий еще не достигли необходимого уровня. Сохраняется также проблема гендерного неравенства. Женщины составляют менее 40% работающего населения, занимают лишь четверть управленческих должностей в мире, а гендерный разрыв в оплате труда составляет 12% (по данным из ограниченного числа стран) [312].

Стоит обратить внимание на то, что с 2015 года глобальные условия для достижения целей в области устойчивого развития в целом ухудшились, отяготив деятельность правительств и других партнеров [79]. Кроме того, многосторонняя направленность деятельности имеет решающее значение для реализации мировых соглашений. Однако во многих частях мира конфликты и нестабильность нарастают, препятствуя достижению целей устойчивого развития и сводя на нет уже достигнутый прогресс.

Динамика экономики разных стран также затрудняет достижение целей в области устойчивого развития. Ожидается, что глобальный экономический рост в разных регионах будет медленным и неравномерным из-за продолжающейся торговой напряженности и долговых проблем.

На данный момент концепция устойчивого развития представляет собой скорее набор целей, но прослеживается нехватка точных, определенных механизмов или инструментов действий. В начале осуществления действий по устойчивому развитию общества следует определить ряд показателей, измеряя которые можно будет проследить уровень экономических, социальных и экологических направлений конкретного общества. Для этого в 2006 году Фондом устойчивого общества был разработан Индекс устойчивого общества [295]. Индекс устойчивого общества (SSI) применяется при установлении уровня устойчивого развития страны, что позволяет определить проблемные аспекты, а также сравнить с развитием других стран. Каждый показатель измеряется от 0 до 10, где 0 – это низкая устойчивость общества, а 10 – высокая. Измерение проводится по 21 показателю в трех основных направлениях - социальном, экологическом и экономическом. Математический расчет каждого показателя проводится на основе базовых данных и строится график распределения значений. В Приложении А представлены показатели и их базовые данные, на основе которых проводятся расчеты. Исследование 2025 года охватывает 212 государств. Рейтинг представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Рейтинг стран мира по индексу устойчивости общества [386]

Рейтинг	Страна	Индекс благополучия		Индекс экологического благополучия		Индекс экономического благополучия	
		2020 г.	2025 г.	2020 г.	2025 г.	2020 г.	2025 г.
1	Бермуды	9.7	9.2	1.6	3.6	10.0	10.0
2	Виргинские острова (США)	9.6	9.5	2.4	2.0	2.7	4.8
3	Новая Каледония	9.4	9.4	2.0	2.0	2.6	3.2
4	Гибралтар	9.4	7.6	1.7	1.5	н/д	н/д
5	Северные Марианские острова	9.2	9.3	4.5	4.6	н/д	н/д

Окончание таблицы 1

Рейтинг	Страна	Индекс благополучия		Индекс экологического благополучия		Индекс экономического благополучия	
		2020 г.	2025 г.	2020 г.	2025 г.	2020 г.	2025 г.
6	Финляндия	9.1	9.1	3.1	3.9	5.4	6.2
7	Французская Полинезия	9.0	9.4	2.9	3.5	4.0	4.2
8	Дания	8.9	8.9	4.0	4.8	8.3	8.5
9	Лихтенштейн	8.9	8.8	7.5	7.3	10.0	10.0
10	Португалия	8.9	8.8	5.1	5.1	4.7	5.0
…	…	…		…		…	
85	Россия	7.8	7.9	2.1	1.8	5.8	5.9

Результаты по каждому показателю Российской Федерации за 2020 и 2025 годы представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Сравнительные показатели 2020 и 2025 годы [387]

Показатели	Российская Федерация		Мир*
	2020 г.	2025 г.	
Достаточное количество еды	10.0	10.0	9.1
Достаточное количество питьевой воды	9.7	9.7	8.9
Безопасная санитария	9.0	9.0	8.0
Образование	н/д	8.7	8.4
Здоровый образ жизни	8.7	8.5	8.8
Гендерное равенство	7.4	н/д	7.1
Распределение доходов	7.0	7.2	6.5
Рост населения	8.0	8.1	5.3
Хорошее управление (качество управления)	**4.3**	**4.2**	**5.0**
Биоразнообразие	5.0	4.8	4.3
Возобновляемые водные ресурсы	9.9	9.8	7.7
Потребление	**1.0**	**1.0**	3.9
Использование энергии	**1.0**	**1.0**	7.0
Экономия энергии	**2.8**	**1.0**	5.1

Окончание таблицы 2

Показатели	Российская Федерация		Мир*
	2020 г.	2025 г.	
Парниковые газы	**1.0**	**1.0**	7.4
Возобновляемая энергия	**1.3**	**1.3**	3.7
Органическое земледелие	**1.6**	**1.7**	2.9
Реальная экономия	8.3	7.9	8.2
ВВП	8.7	9.3	5.5
Работа	5.7	6.2	5.2
Государственный долг	9.4	9.5	3.9

*Невзвешенное среднее

Из таблицы 2 видны проблемы РФ, которые включают:

1. Качество управления;
2. Проблемы с экономией, потреблением и возобновлением энергии;
3. Парниковые газы;
4. Органическое земледелие.

Нерешенной проблемой, касающейся устойчивого развития, является, по мнению авторов настоящего исследования, установления некого критерия оптимального развития по составляющим экономического, социального и экологического развития [20,33]. Так как очевидно, что более мощное развитие экономики влияет на экологию и социальное неравенство, в свою очередь отсутствие развитой экономики влечет социальную неразвитость и необеспечение потребностей человека.

В отношении качества государственного управления можно отметить следующее. Распространенным международным показателем качества государственного управления отмечается Интегральный показатель государственного управления (Governance Research Indicator Country Snapshot – GRICS), который результаты которого охватывают около 200 стран и собирается каждые два года с 1996 г. и разработан на основе множества переменных [395]. Государственное управление понимается как совокупность традиционных и институциональных структур, в которых органы власти управляют государством

и включают: процесс выбора, контроля и смены правительства; способность правительства формулировать и реализовывать политику; уважение граждан и государства к институтам, ответственным за социально-экономическое взаимодействие в обществе. Показатель GRICS включают 6 индексов:

1. Право голоса и подотчетность.
2. Политическая стабильность и отсутствие насилия.
3. Эффективность правительства.
4. Качество законодательства.
5. Верховенство закона.
6. Контроль коррупции.

Большинство других показателей оценки управления основаны на более ограниченном подходе. Например, есть такие индикаторы, как: индекс конкурентоспособности, оценивающий динамику социально-экономического развития страны; индикаторы, связанные с конкретными характеристиками государственных органов (национальный кредитный рейтинг, качество налогового администрирования, восприятие коррупции и непрозрачность деятельности) [110].

Индекс роста конкурентоспособности (Growth Competitiveness - GCI), администрируемый Всемирным экономическим форумом и измеряющий качество государственных учреждений, очень популярен. Этот индекс был создан впервые в 2002 году. С 2006 года он содержит девять индикаторов, разделяющих статус государственных учреждений, которые профессионально оцениваются с точки зрения защищенности прав собственности, этичности, уровня коррупции, незаконного влияния, эффективности управления. Эффективность управления анализируется с точки зрения нерациональных бюджетных расходов и бюрократических барьеров. Данные параметры представляют гарантию экономического роста.

Индекс восприятия коррупции (Corruption Perceptions Index - CPI) - это составной индекс, разработанный Transparency International, международной неправительственной организацией, которая рассчитывает его каждый год с 1995

года. Основная цель этого индекса - показать уровень нынешней коррупции в стране. Индекс восприятия коррупции основан на данных 17 опросов и исследований, проведенных 13 независимыми организациями среди граждан и иностранцев.

В то же время исследователи отмечают, что в России международные системы оценки эффективности государственного управления не используются систематическим и должным образом [29;253].

Динамика оценки государственного управления на основе показателя GRICS, источником данных которого является Всемирный банк, отражена в Приложении Б [379].

Динамический анализ российских показателей качества государственного управления представлен на рисунке 1.

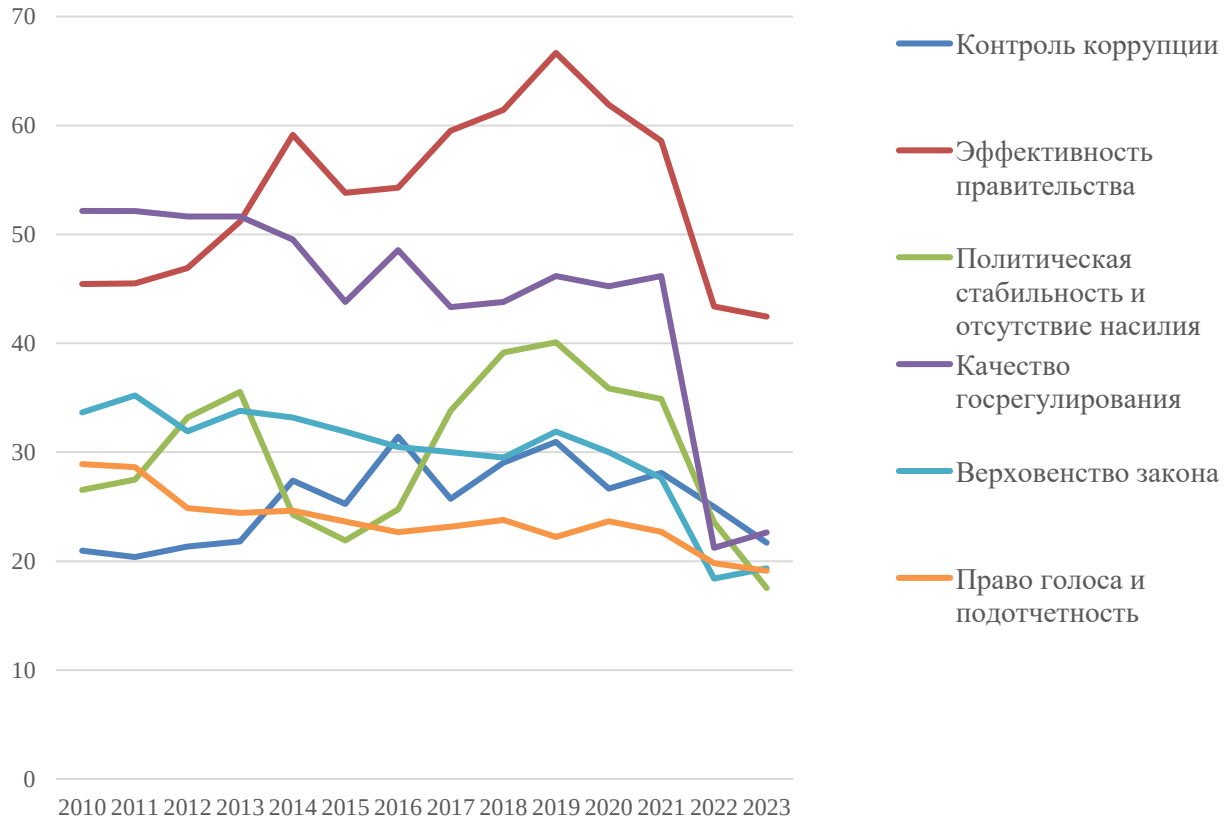


Рисунок 1 – Динамика показателей качества государственного управления РФ за период с 2010 по 2023 гг. по данным Всемирного банка [395]

Анализ текущей ситуации указывает на то, что практически все показатели государственного управления в России ниже нормы почти в 2 раза. Кроме того,

наблюдается спад показателей «право голоса и подотчетность» «политическая стабильность и отсутствие насилия», «эффективность правительства» и «контроль коррупции». А также, у таких показателей как «качество госрегулирования» и «верховенство закона» и отмечается рост, однако общий уровень достаточно низкий.

В этом рейтинге Германия лидирует по показателю государственного управления. Российские показатели значительно ниже, чем у лидирующей страны за исследуемый период. Например, в 2019 году значение показателя «право голоса и налоговая отчетность» в России ниже лидирующего в 5 раз, а показатель «качество госрегулирования» - ниже показателя лидера рейтинга в 3 раза. Результаты анализа отражают серьезные проблемы России относительно формирования государственного управления.

Другой особенностью современного периода является наличие неблагоприятных глобальных рисков (глобальных угроз).

Определение направления деятельности для устранения и снижения проблемы управления глобальными угрозами человечеству осуществляется в процессе анализа и обобщения наиболее опасных рисков для мирового сообщества, ежегодно публикуемого Всемирным экономическим форумом (ВЭФ) в Давосе [34;184]. ВЭФ представляет годовой отчет о глобальных рисках.

Глобальный риск определяется как неопределенное событие или условие, которое может оказать существенное неблагоприятное воздействие на многие страны или отрасли в течение следующего десятилетия.

Окружающая среда определена экспертами как фактор, который в 2025 году с наибольшей вероятностью приведет к существенным кризисам мирового масштаба. Так, экстремальные погодные явления, крупные стихийные бедствия и серьезные изменения в земных породах, нехватка природных ресурсов, утрата биоразнообразия и разрушение экосистем считаются серьезными опасностями по мнению 14% экспертов [380;393].

На сегодняшний день ВЭФ также опубликовал Доклад о глобальных рисках 2025 года [392], в котором впервые первые 5 строчек рейтинга по вероятности возникновения заняли следующие риски:

- вооруженный конфликт на государственном уровне,
- экстремальные погодные явления,
- геоэкономическое противостояние,
- дезинформация,
- социальная поляризация.

Данные риски могут ослабить экономику, создать международные конфликты и привести к истощению важных ресурсов для планеты и людей.

В Докладе о глобальных рисках 2020 года в рейтинге рисков по вероятности возникновения девятое место занял геополитический риск – провал в глобальном (мировом) управлении (глобальной политике) [392]. В 2025 году геоэкономическая конфронтация занимает третье место в общем рейтинге рисков [393]. В докладе также сообщается, что сегодняшний ландшафт рисков в значительной степени формируется нестабильной геополитической средой. Государства занимают более националистические позиции, преследуя индивидуальные цели, и взвешивают потенциальные геополитические последствия экономического разъединения. В связи с этим в отчете говорится о необходимости возобновить многосторонний подход и привлечь все заинтересованные стороны, чтобы быстро принимать меры по предотвращению выявленных глобальных рисков.

В настоящее время во всем мире имеются трудности при решении глобальных проблем. Международные организации неэффективны, а принятые различных соглашений практически не показывают результата для защиты государств-участников, коллективных и политических интересов и сводят на нет все попытки сотрудничества для решения проблем. Неспособность государственной политики противодействовать геополитическим угрозам, низкий уровень доверия и нарушения взаимных обязательств между государством и гражданами ослабляют государственную систему и приводят к усилению

внутренней конфронтации, региональной или глобальной нестабильности и потенциальному военному конфликту. Кроме того, геополитические риски включают расширение ресурсной национализации, то есть желание некоторых стран ограничить экспорт важных ресурсов на мировой рынок [184].

Другая значимая группа угроз связана с социальными рисками, которые в современных условиях приобретают особую актуальность. Глобальные риски социальной природы оказывают прямое и опосредованное воздействие на устойчивость функционирования общества, уровень общественного благополучия и социальную стабильность, формируя дополнительные ограничения и вызовы для социально-экономического развития. К ним относятся: продовольственный кризис, угроза голода; широкомасштабное распространение инфекционных заболеваний, ущемление прав человека и/или гражданских свобод, неравенство, вынужденная миграция или перемещение населения. Проблемой многих стран является также неравенство доходов, увеличивающийся разрыв в уровне жизни между самыми богатыми и беднейшими гражданами, что создает угрозу для социальной и политической стабильности и экономического развития страны. Кроме того, социальные риски включают неконтролируемую урбанизацию, загрязнение городской среды.

Усиление политической и социальной нестабильности - серьезная социально-экономическая глобальная угроза [38]. Во многих странах, имеющих решающее значение для мировой экономики, доверие и взаимные обязательства между гражданами и властями были значительно ухудшены, что привело к правительственным кризисам, социальной нестабильности, ухудшению инвестиционной привлекательности и нанесению ущерба финансовым рынкам [184].

В современном обществе технологический риск оказывает значительное влияние (прямо или косвенно) на все сферы деятельности государств, регионов, предприятий и частных лиц. В Докладе о глобальных рисках Всемирного экономического форума за 2017 год освещены 12 ключевых областей инноваций, а также связанные с ними риски и преимущества [373]. В 12 областей входят 3D-

печать, искусственный интеллект, робототехника, биотехнологии, Интернет вещей и другие. Новые достижения повышают экономическую производительность, обеспечивают положительные изменения в области здравоохранения и изменений климата.

Однако темпы инноваций в таких областях, как искусственный интеллект (ИИ), Интернет вещей (IoT) и биотехнологии, создают новые риски для углубления в мире растущей геополитической напряженности, национализма и социальной нестабильности, негативные последствия применения технологий искусственного интеллекта. Компании должны противостоять угрозам, создаваемым технологическими изменениями, через призму изменяющихся глобальных рисков. Технологические инновации меняют способ работы и конкуренции предприятий. Чтобы определить возможности, которые они представляют, необходимо лучше понять величину и важность будущих проблем и разработать план их решения [369].

Сети пятого поколения (5G), квантовые вычисления и искусственный интеллект создают не только возможности, но и новые угрозы сами по себе. Отсутствие глобальной системы управления технологиями грозит фрагментацией киберпространства, что может сдерживать экономический рост, обострять геополитическое соперничество и увеличивать разногласия в обществах. Один из основных выводов Доклада о глобальных рисках 2017 года заключается в том, что неравенство и поляризация теперь являются одними из трех основных глобальных факторов риска, который был подтвержден также в Докладе о глобальных рисках 2025 года.

Текущая международная ситуация характеризуется усилением глобальной нестабильности [27]. Международная обстановка в 2025 году по-прежнему несет значительный потенциал опасностей и угроз Российской Федерации.

Экономический риск вызывает крайнюю озабоченность с точки зрения вероятности его появления и силы влияния на макроэкономику (таблица 3). Таким образом, в основных секторах экономики возникает финансовый кризис, а чрезмерная задолженность вызывает рост процентных ставок, инфляционное

давление и увеличение государственного долга. Нестабильность основных финансовых механизмов или регуляторов обменного курса подрывает глобальную финансовую систему. Возникает кризис ликвидности, нехватка финансовых ресурсов в банках и на рынках капитала заметно ощущается, а вероятность получения дохода от продажи активов снижается.

Таблица 3 – Важнейшие глобальные риски экономической сферы [276]

	Глобальный риск	Описание
Экономические риски	Пузыри активов в крупных экономиках	Нерационально завышенная стоимость активов, таких как сырьевые товары, жилье, акции и т.д. в крупных экономиках или регионе
	Дефляционные процессы в крупных экономиках	Продолжительная почти нулевая инфляция или дефляция в крупной экономике или регионе
	Дефолт крупного финансового механизма или учреждения	Крах финансового учреждения и/или неправильное функционирование финансовой системы, которая влияет на мировую экономику
	Отказ/дефицит критической инфраструктуры	Неспособность адекватно инвестировать в модернизацию и/или защиту сетей инфраструктуры (например, энергетики, транспорта и связи), что приводит к напряженности или наступлению неблагоприятных общесистемных последствий
	Фискальный кризис в ключевых экономиках	Бремя чрезмерной задолженности, которое генерирует суверенные долговые кризисы и/или кризис ликвидности
	Высокая структурная безработица или неполная занятость	Устойчиво высокий уровень безработицы или недоиспользование возможностей трудоспособного населения
	Незаконная торговля (например, незаконные финансовые потоки, уклонение от уплаты налогов, торговля людьми, организованная преступность и др.)	Масштабная деятельность вне рамок правового поля, такая как незаконные финансовые потоки, уклонение от уплаты налогов, торговля людьми, подделка и/или организованная преступность, которая подрывает социальное взаимодействие, региональное или международное сотрудничество и глобальный рост
	Шоковые цены на энергоносители (резкий рост или снижение)	Значительный рост или снижение цен на энергоносители, что приводит к экономическому давлению на энергозависимые отрасли промышленности и потребителей
	Неуправляемая инфляция	Неуправляемое увеличение общих уровней цен на товары и услуги в ключевых экономиках

Экономический спад во многих странах подпитывает антиглобалистские настроения и популистская политика. Ускорить восстановление экономики после глобального финансового кризиса лишь содействие росту не может решить глобальные экономические проблемы. Могут потребоваться более фундаментальные решения, чтобы справиться с очевидным отсутствием

солидарности, особенно между теми, кто находится на вершине национального дохода и распределения богатства, и теми, кто ниже него.

Экономические проблемы доминируют в последних результатах исследования GRPS (Приложение В [392]). В статье Всемирного экономического форума говорится, что COVID-19, бесспорно, произвел одно из самых больших потрясений на нашей планете за последние поколения [371]. Глобальный кризис здравоохранения быстро превращается в экономический кризис, который, вероятно, будет иметь серьезные социальные и геополитические последствия в ближайшие годы. Безработица, одно из самых заметных и непосредственных экономических последствий COVID-19, занимает первое место после четвертого места в 2019 году.

Повышение качества жизни как императив стратегического управления качеством. Понятие «качество жизни» является комплексным и включает в себя несколько характеристик условий жизни и деятельности человека [265]. Качество жизни воспринимается персонально при обнаружении несоответствия между достигнутым и желаемым. Методологические подходы исследования, оценки и анализа качества жизни населения сегодня являются важными вопросами в научных исследованиях государственного управления. В основном это связано со сложностью рассматриваемых социальных явлений, а также методов изучения качества жизни в целом, организации конкретных исследований, особенно для изучения и оценки населения.

В настоящее время в России для идентификации уровня качества жизни применяется «индекс развития человеческого потенциала» (ИРЧП). Индекс включает три аспекта:

1) продолжительность жизни и здоровье измеряются индикаторами «ожидаемая продолжительность жизни» и «обеспеченность врачами на 10 тыс. населения»;

2) доступность образования и профессиональное развитие, в основу которого легли показатели «уровень занятости», «доля безработных с высшим

образованием», «численность учащихся профессиональных учебных заведений всех видов на 10 тыс. населения»;

3) благосостояние населения основывается на отношении среднедушевых денежных доходов к прожиточному минимуму и обеспеченностью жильем.

Индикатор ИРЧП трудно использовать в качестве основы для постановки целей, поскольку он является интегрированным показателем уровня жизни и достигнутого качества жизни. Поэтому для оценки изменений качества жизни необходимо использовать систему показателей, характеризующих различные факторы в социальной сфере. Эти группы показателей включают следующие разделы:

− уровень жизни, состоящий из денежных доходов населения, обеспеченности основными продовольственными и непродовольственными товарами, занятости населения;

− социальная справедливость, включающая численность населения, находящегося за чертой бедности, социальное разделение, доля нуждающихся в социальной поддержке;

− здоровье, состоящее из продолжительности жизни, заболеваемости, уровня младенческой смертности и уровня затрат на здравоохранение;

− интеллектуальное развитие охватывает уровень образования и развития науки;

− место проживания включает уровень развитости инфраструктуры поселений, дорог и состояние окружающей среды;

− безопасность граждан отражается в уровне преступности и защиты от чрезвычайных ситуаций;

− свободное время препровождение зависит от развития инфраструктуры досуга, культуры, спорта и развлечений;

− реализация гражданских прав оценивается в соответствии с уровнем участия в политической жизни, общественных и некоммерческих организациях, а также развитие СМИ [256].

Согласно данным Организации Объединённых Наций, в рассматриваемый период Российская Федерация занимала 49-е место в мировом рейтинге по индексу развития человеческого потенциала в 2020 году и 64-е место в 2025 году. Динамика указанных позиций свидетельствует о снижении относительного места страны в международном сопоставлении по данному интегральному показателю, что позволяет рассматривать качество государственного управления как один из факторов, требующих углублённого анализа. В условиях наличия значительного природного, трудового, интеллектуального и экономического потенциала выявление причин и ограничений, влияющих на эффективность государственного управления, приобретает принципиальное значение для дальнейшего социально-экономического развития. Рейтинг стран по ИРЧП представлен в таблицах 4 – 5.

Таблица 4 - Рейтинг стран мира по индексу человеческого развития 2020 года

Рейтинг	Страна	ИЧР
1	Норвегия	0.954
2	Швейцария	0.946
3	Ирландия	0.942
4	Германия	0.939
4	Гонконг	0.939
6	Австралия	0.938
6	Исландия	0.938
8	Швеция	0.937
9	Сингапур	0.935
10	Нидерланды	0.933
…	…	…
49	Россия	0.824

Таблица 5 - Рейтинг стран мира по индексу человеческого развития 2025 года

Рейтинг	Страна	ИЧР
1	Исландия	0.972
2	Норвегия	0.970
3	Швейцария	
4	Дания	0.962
4	Германия	0.959
6	Швеция	
6	Австралия	0.958
8	Нидерланды	0.955
9	Гонконг	0.955
10	Бельгия	0.951
…	…	…
64	Россия	0.832

Цифровизация как важнейший фактор новых экономических отношений. Цифровая экономика – это такая деятельность, в которой базовыми аспектами производства являются [1]:

– данные разной степени структурированности в цифровом виде;

– обработка больших объемов данных;

– использование результатов анализа для принятия эффективных управленческих решений в различных предметных областях экономики.

По сравнению с традиционными формами хозяйствования, цифровая экономика позволяет существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг.

В 2019 году была утверждена национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [3], с 2025- «Экономика данных». Целями данной программы является привлечение внимания и финансирования цифровой экономики; развития отечественного ПО; активное внедрение и использование на всех уровнях государственного управления.

Задачи, стоящие перед программой, заключаются в нормативно-правовом обеспечении цифровой экономики; развитии цифровой инфраструктуры для работы с большим массивом данных; разработке направлений и программ обучения кадров согласно тенденциям цифровой экономики; поддержании безопасности, защиты и конфиденциальности данных граждан и государства; применении технологий во всех секторах государственной системы.

Впервые упоминание термина «цифровая экономика» относится к 1995 году, когда он был использован в книге канадского ученого Д. Тапскотта «Цифровая экономика» (The Digital Economy), который подразумевал этап развития экономики, основанный на цифровых технологиях [389]. На сегодняшний день данный термин широко используется различными исследователями, а вопросы становления, развития и дальнейших перспектив получили значительное количество трактовок.

В.В. Окрепилов, А.В. Бабкин, Н.В. Злобина, С.Н. Кузьмина, Т.А. Салимова в совместном исследовании отмечают, что в XXI веке одним из основных мировых трендов является структурная трансформация экономики, связанная с активным развитием и внедрением информационно-телекоммуникационных (цифровые) технологий в экономическую деятельность как общества, так и бизнеса. На сегодняшний день использование цифровых технологий – основной вектор цифровой экономики. Изменения в этой сфере происходят настолько быстро, что отказ от применения цифровых систем и сервисов может привести к полной неконкурентоспособности экономических систем и агентов. Успешное и эффективное развитие национальной экономики и ее агентов возможно только через цифровизацию и цифровую трансформацию. Наибольший потенциал для развития бизнеса сейчас сосредоточен в области технологий больших данных, искусственного интеллекта и Интернета вещей [182].

А.А. Гретченко связывает переход к цифровой экономике с развитием сети Интернет, информационно-коммуникативных технологий (ИКТ), а также их внедрение в большинство сфер жизни, в том числе в государственное управление [154]. Базой цифровой экономики являются экономика, информационные технологии и экономическая социология. Автор также отмечает, что в настоящее время такой ресурс, как информация, приобретает все большую ценность. А вся информация начинает преобразовываться в цифровые данные, следовательно, развитие цифровых технологий необходимо, важно и неизбежно. Информационные технологии способствуют появлению новых путей развития, таких как:

– появление новых рубежей для развития экономики;

– большой объем площадок в сети Интернет с неограниченными ресурсами;

– развитие сетевых продаж;

– сокращение издержек за счет повышения экономического эффекта;

– появление организаций, работающих только в Сети, или частичных переход компаний на деятельность подобного рода.

М.А. Сухарева предлагает рассматривать понятие цифровой экономики как область экономики, в которой применяются, развиваются, функционируют информационные технологии. Автор утверждает, что это новое направление развития, а также инструмент для воздействия и взаимодействия на информацию в сфере экономики [317].

Ю.В. Якутин отмечает, что переход к цифровой экономике является стратегическим шагом развития [360]. Данное направление развития позволяет говорить о будущем перепрофилировании страны с сырьевой политики на материально-техническую, поддерживаемую цифровым обеспечением. Автор выделяет основную задачу цифровой экономики – это внедрение информационных технологий во все экономические сферы жизни человека на всех уровнях. Следовательно, стратегическая направленность будет заключаться в управлении разработкой технологий; их развитии и совершенствовании; активном использовании в экономике.

В.В. Пяткин отмечает, что концепция цифровой экономики содержит в себе области, которые в настоящий момент активно изменяются и совершенствуются [290]. Например, цифровая экономика включает трансформацию кадров; модификацию образования; информационную безопасность и т.д. Кроме того, автор отмечает, что неотъемлемой частью цифровой экономики является экономика знаний. В современном мире важнейшим ресурсом становится информация, которая, попадая к человеку, может стать знанием [13;14]. Основой же цифровой экономики являются технологии, которые главным образом направлены на обработку большого количества информации.

Х.К. Казанчева и А.Л. Кильчукова утверждают, что цифровая экономика имеет как положительные, так и отрицательные стороны [194]. К примеру, положительными сторонами социальной направленности является повышение доступности здравоохранения, образования, госуслуг, сокращение нищеты и негативного влияния на экологию. Экономическими преимуществами являются

содействие экономическому развитию, появление новых рабочих областей, рост производительности. Но следует отметить наличие и ряда проблем, таких как снижение числа рабочих «среднего уровня», так как их могут заменить цифровые технологии с большим показателем результативности. Кроме того, цифровые технологии развиваются неравномерно, так, ряд отстающих областей тянет за собой развитые. Также необходимо увеличить государственную поддержку и финансирование для развития новых технологий [194].

Е.Н. Лазарева выделяет такие особенности цифровой экономики, как виртуальность, зависимость от телекоммуникационных сетей, персонифицированность, высокие темпы роста, непосредственное взаимодействие участников, вытеснение социального статуса цифровым авторитетом.

При этом автор отмечает, что в развитии цифровой экономики России можно выделить ряд проблем, в частности:

– необходимость полной оцифровки экономики;

– управление множеством цифровых платформ;

– обработка большого массива данных; создание национального цифрового пространства;

– формирование цифровых рабочих мест специалистов [224].

Решение упомянутых проблем становится осуществимым благодаря разработке новых моделей управления современными технологиями и обширными объемами данных. Также Е.Н. Лазарева справедливо отмечает, что универсальные модели управления цифровыми технологиями и данными позволят быстро адаптироваться к изменениям в жизни гражданского общества под воздействием цифровизации [224].

Е.А. Жаркова отмечает, что важным аспектом цифровой экономики является использование больших данных как фактора ускорения развития национальных ресурсов. Несмотря на положительную динамику проникновения цифровых инструментов, на текущий момент среди проблем цифровизации в

России следует отметить цифровое неравенство регионов, недостаточный уровень инвестиционной активности компаний в промышленности, сокращение уровня диверсификации производимых в стране товаров, потребность в более широкой автоматизации логистических процессов и др. Также остается нерешенной проблема обеспечения экономической безопасности электронной коммерции. По мнению автора, для развития цифровой экономики необходимо обеспечить ряд условий: построить логистическую инфраструктуру, сконцентрировать ресурсы на наиболее перспективных научных проектах и эффективно использовать их результаты. Также нужно сформировать правовое поле для цифровой экономики, предусматривающее гибкий подход к каждой ее отрасли [177].

Л.В. Турко выделяет два понимания термина «цифровая экономика». В узком смысле это вид коммерческой деятельности, которая осуществляется в электронном пространстве (электронная торговля, онлайн-банкинг и услуги). В широком смысле под этим определением понимают трансформацию всего общества, так как ИКТ активно внедряются во все сферы человеческой деятельности и, безусловно, меняют образ жизни. При этом цифровую экономику составляют компании не только цифрового сектора [326].

Для развития цифровой экономики, по мнению Л.В. Турко, необходимо развивать высокотехнологичный бизнес, преодолевая при этом трудности традиционной экономики, а также обеспечить эффективное взаимодействие бизнеса, государства и граждан. Это ключевые аспекты, которые должны быть реализованы в экономике России для достижения высокого уровня конкурентоспособности на мировом рынке. Предполагается активная работа по формированию институциональной и инфраструктурной среды. Характерными элементами цифровой экономики, определенные автором, являются: использование цифровых технологий; задействование всех видов экономической активности; наличие платформы, на которой осуществляется экономическая деятельность (платформенная экономика); бизнес-модель компаний основана на цифровых продуктах и услугах [326].

А.Д. Бекташева предполагает, что отличительной чертой развития цифровой экономики является высокая вероятность монополизации новых рынков и сосредоточение развивающихся и реорганизованных компаний в нескольких странах. В контексте развития цифровой экономики стоит обратить внимание на общий уровень ее развития. Сосредоточившись на обучении населения и бизнеса базовым цифровым навыкам, можно открыть доступ к передовым цифровым профессиям широкому кругу людей, обеспечить дистанционную популяризацию государственных услуг и повысить конкурентоспособность предприятий [36].

Ключевой составляющей цифровой экономики, по мнению многих авторов, являются цифровые технологии, или сквозные, технологии. «Сквозные» технологии – это технологии, кардинально меняющие характеристику и деятельность на существующих рынках или содействующие созданию новых рынков и содержащие следующее.

1. Большие данные.
2. Нейротехнологии и искусственный интеллект.
3. Системы распределенного реестра (блокчейн).
4. Квантовые технологии.
5. Новые производственные технологии.
6. Промышленный Интернет.
7. Компоненты робототехники и сенсорные устройства.
8. Технологии беспроводной связи.
9. Технологии виртуальной и дополненной реальностей.

Содержание сквозных технологий представлено в Приложении Г [208].

Вышеперечисленные тенденции определяют актуальность совершенствования стратегического менеджмента качества, как основы для преодоления имеющихся мировых проблем экономического, социального и экологического развития.

1.2 Развитие теории и методологии стратегического управления качеством организации в новых условиях окружающей среды

Содержание стратегического управлении качеством социально - экономических объектов в новых условиях окружающий среды устойчивого развития, цифровизации, глобальной нестабильности и высокой динамичности всех социальных процессов должно опираться, по сути, на классические каноны стратегического управления (менеджмента) в определении целей, анализе внешней среды и внутренних потенциалов, формировании путей достижения стратегических целей и выборе стратегии развития. Тем не менее, для развития общего стратегического управления (менеджмента) организацией, частью которого является стратегическое управление качеством, в настоящий момент недостаточно научных исследований, связанных с новыми парадигмами менеджмента с учетом новых глобальных тенденций, так и современными требованиями к самому менеджменту.

Анализ российской научной литературы по проблематике стратегического менеджмента показывает, что в большинстве исследований при обосновании и выборе стратегий преобладают классические методические подходы, основанные на анализе внешней и внутренней среды организации [221;277;287;315;329]. Наиболее широко используются инструменты PEST-анализа, SWOT-анализа, а также концептуальные модели, разработанные М. Портером, И. Ансоффом и другими признанными представителями мировой теории стратегического управления. Применение указанных подходов сохраняет научную и практическую значимость, поскольку их методологический потенциал остаётся востребованным и в условиях современных трансформаций социально-экономической среды. Применение классических подходов приемлемо, так как они остаются актуальными и в новых условиях.

В целях дальнейшего изложения представляется целесообразным кратко охарактеризовать ключевые положения классической теории стратегического

менеджмента, сформировавшие методологическую основу современных подходов к стратегическому управлению.

Основоположником стратегического менеджмента является И. Ансофф, в своих работах он сформировал методологию реализации различных стратегий [24]. Диалектика развития стратегических методов началась еще прошлом веке и продолжается по сей день. Например, в начале 20-го века планирование бюджета являлось главным стратегическим методом и основывалось на производстве стандартизированной продукции с низкой ценой и при минимизированных затратах, и при этом управленческая деятельность было в основном направлена на согласованность с установленным бюджетом с минимальными отклонениями. Тем не менее, организации не могли исключать воздействие внешних факторов на их деятельность. В следствие чего долгосрочное планирование основывалось прогнозировании, производстве новых продуктов и повышении производительности. Управленческая практика преображается в соответствии с изменениями потребностей. Стратегическое планирование возникло как новая форма управления, которая включает прогнозирование, контроль и адаптацию к меняющимся ситуациям [45].

В дальнейшем организационная деятельность стала ориентироваться на систематический учет факторов внешней среды, анализ и интерпретацию требований потребителей, усиление внимания к проблематике качества, а также на развитие управленческой гибкости, обеспечивающей адаптацию организаций к изменяющимся условиям функционирования.

Г. Минцберг указывал на то, что стратегические планы фиксированы и несовместимы с планами на будущее, и что детализация стратегии не основе анализа также будет неправильной [152].

Стратегическое управление пришло на смену стратегическому планированию, поскольку организации не могли своевременно и надлежащим образом отреагировать из-за быстрых изменений окружающей среды, связанных с глобализацией, развитием технологий и увеличением потока информации.

Стратегическое управление стало включать в себя ценности, организационную культуру и методы выполнения стратегии, а не организацию.

Для получения положительного эффекта грамотно сформированной стратегии не всегда достаточно, необходимо обеспечить реализацию намеченного [21;152]. Основным аспектом стратегического управления является то, что стратегические решения оказывают значительное влияние на успех бизнеса в быстро меняющейся среде при анализе рынков. Для удовлетворения растущих потребностей заинтересованных сторон и творческой разработки стратегии необходимо создать привлекательную среду для разработки продукта. Набор стратегий для различных уровней управления определяет отношения и взаимозависимость между организацией и стратегией, также стратегия продолжает развиваться и обеспечивает гибкость организации при ее реализации [332;333]. Используя навыки и знания каждого члена компании для создания стратегии, можно разработать свою стратегию в условиях глобальной экономики и высококонкурентной среды. Таким образом, стратегический менеджмент стал отдельной областью науки.

Г. Минцберг отмечает, что существует десять школ стратегического менеджмента: дизайна, планирования, позиционирования, предпринимательства, обучения, власти, культуры, внешней среды, конфигурации, когнитивная школа [21]. А. Чандлер определяет себя к школе планирования и отмечает, что определение стратегии компании исходит из целей и ценностей самой организации [113].

Гарвардский метод К. Эндрюса по созданию стратегии базируется на: идентификации слабых и сильных сторон организации; определение возможностей и угроз во внешней среде; оценка рисков и альтернатив [113].

Устанавливаются следующие основные этапы:

1. Идентификация положения на рынке, а также возможностей для развития.

2. Возможности оцениваются по вероятности реализации в соответствии с имеющимися у компании ресурсами.

3. Пересмотр с учетом мотивов руководителей и ценностей компании.
4. Создание направления развития организации.

Этот метод называется SWOT-анализом, в настоящее время он активно используется для управления, но применение этого метода ограничено из-за быстрых изменений во внешней среде.

Между тем, И. Ансофф предложил создавать стратегический план на основе следующих принципов [24]:

– цель компании должна быть обеспечены ресурсами и поставлена с учетом внешних факторов;

– основой диверсификации является синергия - результат объединения нескольких бизнес-элементов в один;

– стратегическое планирование должно включать в себя решение административных и оперативных проблем;

– стратегическое управление должно получать обратную связь за счет взаимозависимости осуществления и формулирования стратегии.

Параллельно с развитием теоретических подходов к стратегическому управлению консалтинговые компании начали разрабатывать и предлагать прикладные инструменты и методические решения, направленные на совершенствование практики стратегического управления в организациях. Так, например, компания McKinsey предложила применение матрицы «привлекательность - конкурентоспособность» [222]. Boston Consulting Group улучшила кривую опыта, чтобы показать прибыльность компании, предоставив способ создания портфеля продуктов, основанного на доле рынка и растущем спросе на ее продукты [223].

Изменилось само определение понятия «стратегия». Новое понятие описывает основные направления деятельность, которые определяют, как компания будет конкурировать на определенных рынках продукции [372]. Были выявлены различия в разных видах стратегии (бизнес-стратегии, корпоративной,

функциональной), а также улучшено описательное объяснение того, как реализуется стратегия и ее влияние на корпоративные результаты [122].

Все больше внимания уделялось анализу внешних факторов, из этого следовал постепенный переход к школе позиционирования в конце 20 века. М. Портер в своих трудах изучил новые методы работы со стратегией [284;285]. Им были разработаны для долго конкурирующей организации концепции, в соответствии с которыми компания пытается позиционировать себя как одну из самых привлекательных позиций в отрасли, борясь с пятью конкурирующими силами [284].

Далее, в 1990-х годах, школы обучения стали доминировать, и принципы стратегического развития основывались на компетенциях и навыках организации. Это привело к внедрению ресурсного подхода, который сосредоточен на предоставлении денежных средств владельцам ресурсов конкретной компании, а не на экономических выгодах от инвестирования в товарные рынки.

Стратегии для накопления и сохранения активов, а также создания конкурентного преимущества разрабатывали Дж. Барни, Р. Кох, Д. Кэнуэлл, Э.М. Гольдратт [32;154;215;223]. Представителями процессного подхода были К. Прахалад, Г.Хэмел, Р.Грант, Д. Тис, которые отмечали, что возможности компании в способностях и навыках сотрудников, в развитии технологий, уровне квалификации, компетенциях [113;378]. Термин «стратегическая архитектура», введенный К. Прахаладом и Г. Хэмелом, является планом решения проблем, которые требуют решения в ближайшее время, а также те, что следует использовать для достижения желаемого результата в будущем.

Создание и развитие методов будет продолжаться, это доказывает, что теория стратегического управления модифицируется. Новые идеи будут включать старые забытые методы, а также реагировать на социально-экономические изменения. Поскольку стратегия - это процесс, который способствует успеху в конкуренции, стратегическое управление будет продолжать развиваться в будущем, но вместе с тем существует и стратегия создания конкурентного

преимущества. Стратегическое управление содержит: видение бизнеса, миссию компании, постановку целей [285].

Видение бизнеса – это концепция, которая является моделью будущей компании. Эта модель содержит: ключевые организационные ценности; основное направление развития; стратегические цели, которые представляют собой центральные акценты, отражающие видение организации [25].

Причины неудачи концепции могут зависеть от меняющихся тенденций, технологических достижений и появления новых продуктов на рынке. Изменение взгляда на бизнес требует внутренних изменений внутри самой организации. У некоторых организаций есть четкое видение, направленное на использование возможностей, возникающих в результате быстро меняющихся перспектив бизнеса и постоянно меняющихся сред или парадигм. Однако чрезмерное использование случайных возможностей может нанести вред организации и потерять ее центральную ценность [11].

Миссия бизнеса - это предназначение компании. Пять факторов, которые отражают миссию компании, - это история, существующие предпочтения владельцев и менеджеров, рыночная среда, ресурсы и конкретные бизнес-возможности [171;172]. Заявление о миссии определяет цели, формирует основные показатели и приоритеты политики компании и определяет основные области конкуренции. В широком смысле бизнес-миссия - это философия, которой следует каждый сотрудник. Миссия формирует образ будущего организации. Задачи миссии [171]:

– Информировать сотрудников об общих целях и задачах организации.

– Определите позицию сотрудников в общих целях организации.

– Определить принципы распределения ресурсов для достижения целей и оценить последующую эффективность

– Мотивация сотрудников.

Если рассматривать классическое определение стратегического управления, становится ясно, что оно заключается в формировании стратегических целей;

анализе макро- и микросредовых факторов, создающих возможности и угрозы для организации; анализе внутренних стратегий для определения сильных и слабых сторон организации; определении альтернативных стратегий; подборе и подготовке планово-стратегических проектов.

Цель - это состояние или результат, к которому стремится система [175]. Классификация организационных целей:

– выживание и рост;

– стратегические, тактические, операционные;

– внешние и внутренние;

– корпоративные, общефирменные, внутрифирменные, групповые и индивидуальные;

– краткосрочные, среднесрочные, долгосрочные;

– точечные (достигаемые на определенный момент), траекторные (достигаемые в течение определенного периода);

– радикальные, уровневые (отражают масштаб);

– экономические, организационно-технические, политические, экологические (содержание цели).

Ключевыми направлениями развития целей являются доход, положение на рынке, производство, финансовые и материальные ресурсы, развитие технологий, производство и модификации, обслуживание клиентов, организационные изменения, управление и инновации, развитие человеческих ресурсов и социальная поддержка [171;172]. Формирование и оценка организационных целей, зависит от интересов акционеров или заинтересованных сторон.

Внешняя среда организации - это совокупность всех внешних, влияющих на ее деятельность и развитие [44]. Идентификация факторов осуществляется с помощью микро- и макроанализа. Таким образом, макроанализ применяется ко всем компаниям и охватывает экономические, политические, социальные и технические аспекты. А микроанализ включает в себя конкурентов, поставщиков и партнеров компании. Повышение качества принятия стратегических решений и

адаптация к изменениям окружающей среды помогает организациям анализировать внешнюю среду, которая влияет на реализацию и финансирование будущих изменений в процессе принятия стратегических решений. Менеджеры принимают во внимание ограничения и дезинформацию стратегического анализа посредством постоянного мониторинга.

Информация используется как основа для знаний при составлении стратегии. Внешняя среда имеет свойство расти и стареть, поэтому следует постоянно обновлять свои ресурсы и улучшать свои аналитические навыки [206]. Различные факторы макросреды взаимосвязаны и оказывают влияние друг на друга, следовательно, организации необходимо сфокусироваться на наиболее влиятельных и важных компонентах [215].

Макро-анализ реализуется в 4 этапа:

1. Сканирование - обнаружение изменений;
2. Мониторинг - определение типа и тенденций изменений;
3. Проектирование - прогнозирование направления изменений;
4. Оценка - степень важности изменений для организации и для достижения потенциальных результатов.

PEST анализ - метод анализа макросреды и ее элементов:

– политический фактор оказывает воздействие на организацию через государство, различные политические институты, политические СМИ;

– экономический фактор включает изменения и структурные переменные, такие как экспорт, импорт, курс валют и т.д.;

– социальный фактор содержит демографические изменения, потребности общества, социальные нормы;

– технологический фактор влияет за счет новых технологических разработок, исследований.

Изменение одного элемента влияет на другой, и возможно уменьшить или увеличить его значение, поэтому все компоненты анализируются вместе.

После определения факторов, влияющих на макросреду, создаются вероятностные, пессимистические и оптимистические сценарии. Методы формулирования сценария используются для выявления возможностей и угроз в других стратегиях [11]. При обнаружении несоответствий в разработке сценария и среды необходимо провести анализ потерь, чтобы скорректировать стратегическое решение.

Микросреда оказывает прямое влияние на организацию. Для его идентификации используется анализ сферы деятельности компании, и руководителям предлагается выявлять экономические, технические и материальные аспекты и тенденции в отрасли. В ходе анализа компания выявляет ключевые характеристики своих конкурентов и делает акцент на их потенциале лидера в этой области. Используется метод отраслевого анализа пяти конкурентных сил М. Портера, где конкурентоспособность отрасли определяется:

- потребительским влиянием;
- влиянием существующих конкурентов;
- влиянием поставщиков;
- воздействием продуктов-заменителей;
- появлением новых конкурентов.

При разработке стратегии следует изучить внутренние ресурсы и технологии, ключевые особенности, цены и затраты, сильные и слабые стороны, а также проанализировать внутреннюю среду компании, что необходимо для определения позиции на рынке. Ресурсный подход используется для разработки стратегии на основе возможностей компании и анализа ресурсов и компетенций. Однако, поскольку ресурсы неоднородны, существуют некоторые требования для получения конкурентного преимущества, поэтому сосредоточение внимания на накоплении ресурсов без развития компетенций не может гарантировать коммерческий успех компании. Стратегию можно разработать только путем выявления, приобретения и поддержания необходимых ресурсов. В зависимости

от использования и конфигурации ресурсы классифицируется следующим образом:

– финансовые (денежные, обязательства);
– материальные (здания, оборудования);
– человеческие (персонал);
– нематериальные (патенты, дизайн, бренды).

Приобретенные навыки, оригинальность дизайна, наличие патентов увеличивают конкурентные преимущества компании на рынке. В зависимости от доступности рынка различают не дифференцируемые ресурсы (земля, рабочая сила, капитал) и специфические (коммерческая тайна, опыт). В зависимости от важности конкурентного преимущества ресурсы имеют ценность в следующих аспектах:

– невозможности копирования;
– долгосрочности обеспечения конкурентного преимущества;
– возможности присвоения прибыли;
– возможности замены ресурса другим ресурсом компании;
– конкурентной превосходности ресурса [113;122].

Инструменты управления ресурсами в организации включают:

– концентрация;
– накопление;
– дополнение;
– замещение;
– сохранение [183].

Компетенции – это комплекс взаимосвязанных навыков и способностей [183]. Для приобретения конкурентного преимущества, предприятиям следует определить наиболее важные стратегические навыки, которые помогут повысить ценность компании для своих клиентов. Стратегические навыки или компетенции связаны с качеством, снижением затрат, разнообразием и способностью улучшать продукты и услуги. Г. Хамел разделил

компетенции на три типа. Компетенции, связанные с доступом к рынку; способностью быстрее, качественнее, лучше справляться с задачами, чем конкуренты; функциональностью [183].

Ключевые компетенции являются основой для построения стратегии и повышения конкурентоспособности. Компании сначала стремятся приобрести навыки и компетенции, а затем сформировать и определить ключевые компетенции. Благодаря развитию основных продуктов компания может расширять свой рынок сбыта, продавать конечный продукт и повышать свою конкурентоспособность без потери основной технологии [183].

Известным методом анализа стратегий является SWOT-анализ, который используется для выявления сильных и слабых сторон, позволяя компаниям быстро реагировать на недостатки и использовать угрозы и возможности. Компания оценивается с точки зрения внешней среды. SWOT-анализ составляется в матрицу, которая учитывает сильные и слабые стороны, возможности и угрозы. Анализ не требует обширной базы знаний и навыков, но есть правила правильного использования SWOT-анализа, чтобы избежать иррациональных и ложных выводов [187]:

– определить область и сегмент, где выполняется анализ;

– определить различия между сильными и слабыми сторонами, связанными с внутренней средой организации, а также возможностями и угрозами, которые связаны с внешней средой и на которые не может повлиять организация;

– сформировать перечень сильных и слабых сторон, определяющих конкурентоспособность организации;

– оценить сильные и слабые стороны относительно восприятия потребителя;

– базироваться на фактах;

– использовать только те элементы, которые важны для анализа;

– использовать точные формулировки.

Учитывая сильные и слабые стороны, анализ определяет конкурентоспособность продукта, разнообразие и качество, имидж продукта, каналы распространения, маркетинговую информацию, распределение затрат, услуги, производство, технологии, конкретную квалификацию сотрудников, организационную культуру, административную структуру и финансовые возможности. Кроме того, исследования угроз и возможностей должны учитывать такие факторы, как правовые, государственные, социальные и культурные ценности, экономические и технические факторы, а также влияние потребителей, конкурентов и поставщиков.

Стратегия компании сосредотачивается на сильных сторонах компании и искоренении слабых. Возможны различные комбинации на основе SWOT-анализа:

1. Способствующие стратегическому развитию (возможности, сильные стороны);
2. Содействующие внутренним изменениям (возможности, слабые стороны);
3. Ограничивающие стратегическое развитие (угрозы, слабые стороны);
4. Потенциально обладающие стратегическими преимуществами (угрозы, сильные стороны).

На основе SWOT-анализа также принимаются эффективные стратегические решения с особым вниманием к потенциалу развития и защите от конкуренции. SWOT-анализ часто используется вместе с оценкой конкурентной позиции, предложенной Дж. Стриклендом и А.А. Томпсоном [316], с использованием количественных показателей для сравнения факторов успеха и конкурентных преимуществ организации по сравнению с другими компаниями на том же рынке, а затем разработки стратегий для поддержания или повышения конкурентоспособности.

Развитие стратегического менеджмента, согласно исследованиям В.С. Катькало [199;200], позволяет рассматривать различные аспекты

стратегического управления, связанные с внешней средой и внутренним организационным развитием.

По мнению А.Н. Петрова [200], в настоящее время в теории и практике стратегического менеджмента общепризнанными можно считать два классических подхода:

– подход «структура–поведение–результат», основанный на позиционировании компаний (организаций) в рамках отдельной отрасли, т. е. внешних источниках. Наиболее известной в этом направлении является теория конку рентных стратегий М. Портера

– ресурсно-ориентированный подход, основанный на внутренних источниках конкурентного преимущества, т. е. наборе уникальных ресурсов и способностей. Наиболее известными в этом направлении являются «ключевые компетенции» Г. Хамела и К.К. Прахалада [378].

Стратегическое управление качеством (СтрУК) по сути является частью общего стратегического управления организацией, поэтому развитие СтрУК характеризуется всеми целями и логикой общего стратегического управления, а также вышеуказанными тенденциями современной эпохи. Но, с другой стороны, СтрУК представляет собой основу для всех областей деятельности организации как философии качества, определяемой Всеобщим управлением качеством (TQM-Total Quality Management). Поэтому наличие этих двойственных отношений позволяет стратегии качества быть разработанной как во всеобщем, так и в локальном аспекте, о чем будет сказано в п.1.3 [90].

Современный взгляд на проблемы СтрУК представлен в работах, обзор которых представлен ниже, представляющих методологию выбора направления стратегии качества в соответствии с внешними и внутренними влияющими факторами [374]. Различные точки зрения более ранних исследований представлены в Приложение Д.

В современных источниках можно выделить некоторые оригинальные трактовки. В частности, автор Т.А. Андреева указывает на наличие необходимости в улучшении процессов управления, включая разработку систем

и входящих в них подходов и методов повышенной эффективности, реализованных с помощью современных инструментов, заимствованных из соответствующих областей управления, таких как управление качеством и стратегическое управление [22]. Также автор отмечает, что все нововведения стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Система менеджмента качества. Требования» имеют стратегическую направленность, а именно анализ контекста организации, учет требований всех заинтересованных сторон, риск-ориентированное мышление, направленное на все процессы системы менеджмента качества, управление знаниями и информацией, а также усиленный акцент на применении процессного подхода [5;6;7]. Таким образом, стратегический менеджмент теперь необходимо интегрировать с системами управления качеством и общекорпоративными системами управления. Т.А. Андреева подчеркивает, что интеграция менеджмента качества и стратегического управления способствует повышению эффективности деятельности за счет целостности и взаимозависимости организационных элементов. А также следует учитывать, что на сегодняшнем конкурентном рынке качество учитывается не только в отношении продукта или услуги, но и в отношении всех процессов в компании.

Также Т.А. Андреева в диссертации отмечает, что интегрированные системы позволяют обеспечить эффективное управление всеми направлениями деятельности организации [23]. Интегрированная система может включать в себя и систему менеджмента качества и систему стратегического управления. В интегрированных системах управления необходимо применять системный подход для того, чтобы эффективно установить связь между различными системами и соответственно разными функциями организации, что оказывает сильное влияние на деятельность всей компании. В настоящий момент любая компания подвержена рискам, а интегрированные системы способствуют снижению влияния и вероятности возникновения рисков путем оптимизации процесса управления и сокращения необходимых организационных и материальных ресурсов. Автор отмечает положительные аспекты интеграции стратегического управления и менеджмента качества:

1. Совместное, разностороннее планирование развития организации с учетом интересов всех сторон;

2. Получение преимущества на рынке за счет удовлетворения требований заинтересованных сторон, улучшения репутации, повышения конкурентоспособности и т.д.;

3. Минимизирование противоречий при распределении ресурсов между разными интересами компании за счет комплексного анализа результативности;

4. Оптимизация процессов на предприятии, возможное их сокращение за счет целостности системы;

5. Повышение результативности при достижении целей за счет снижения разобщенности сотрудников организации из-за упразднения автономных систем и создания интегрированной;

6. Исключение дублирования процессов и, следовательно, сокращения финансовых и временных затрат;

7. Повышенная согласованность действий внутри компании, снижение обременения нормативной документацией, что соответственно приводит к снижению количества ошибок, допускаемых персоналом и, соответственно, экономия времени;

8. Улучшение взаимодействия с контролирующими органами за счет оценки и разграничения правовых требований;

9. Рост нематериальных активов: уровень бренда, репутация на рынке, увеличение количества патентов и т.д.;

10. Рост конкурентоспособности, доверия к компании, увеличение числа потребителей и т.д.

Кроме того, Т.А. Андреева определяет интегрированную систему менеджмента качества и стратегического управления, как «совокупность элементов организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых для осуществления непрерывного многоаспектного процесса активного управленческого воздействия на все элементы, составляющие систему, направленного на развитие способностей и уникальных компетенций,

обеспечивающих развитие организации в направлении, обозначенном в миссии и целях, с учетом внешних факторов, определенных ресурсов и конкурентных преимуществ, ведущих к долгосрочному повышению уровня результативности и эффективности деятельности организации, и ориентированном на удовлетворение требований всех заинтересованных сторон и постоянное совершенствование деятельности с учетом регулярной корректировки планов». Автор указывает на то, что данной определение основано не только на классической методологии стратегического управления, но и включает новые направления развития интеграции с менеджментом качества [23].

Л.Ф. Попова отмечает, что согласно стандарту ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Система менеджмента качества. Требования» высшее руководство становится ответственным за результативность системы менеджмента качество, чему способствует стратегическое управление для развития качества в организации [283]. Автор приводит различия между стратегическим управлением и процессом управления качеством. Изначально, это отличия содержаний, а именно стратегический менеджмент включает в себя управление реагированием компании на внешнюю среду с учетом долгосрочного планирования, тогда как управление качеством направлено на обеспечение соответствия продукции или услуг требованиям. Конечной целью стратегического управления является повышение результативности деятельности организации, а управление качеством направлено на удовлетворение требований потребителей за счет повышения качества и эффективности процессов. Автор отмечает также то, что стратегическое управление ориентированно на долгосрочную перспективу, тогда как управление качеством включает в себя долгосрочный, среднесрочный, краткосрочный и мгновенный результаты. В отличии от управления качеством, которое концентрируется на функциях в области качества, стратегическое управление рассматривает ключевые функции компании разных направленностей. При оценке результативности стратегического менеджмента используются финансовые и рыночные показатели, а для менеджмента качества – уровень удовлетворенности потребителя и характеристики продукции или услуг

в сравнении с конкурентами, базовым образцом или предыдущими результатами. Также указывается отличие в степени вовлеченности персонала, так как при стратегическом управлении привлекается в основном высшее руководство, а при управлении качеством – сотрудники всех уровней. Стратегические цели формируются на основе миссии и ценностей организации, а цели в области качества устанавливаются на основе политики в области качества и с учетом целей стратегического управления. Для реализации целей стратегического менеджмента применяется их перевод в оперативные, а цели управления качеством реализуются с помощью специальных инструментов, таких как постоянное улучшение, стандартизация, бережливое производство и т.д. Из этого следует, стратегический менеджмент указывает основное направление деятельности организации в долгосрочной перспективе, что непосредственно затрагивает и политику в области качества, на которой основывается управление качеством. Благодаря этому, обеспечивается создание ценностей, которые способствуют повышению удовлетворенности заинтересованных сторон. Таким образом, управление качеством способствует реализации стратегических целей за счет повышения эффективности процессов.

В работе Ц. Цзян и Н.В. Злобиной анализируется результативность функций системы менеджмента организации, разработанных с использованием методов и инструментов менеджмента качества [343]. Авторы указывают, что переход от отдельной системы управление качеством к единой системе стратегического управления качеством связан с высокой конкуренцией. Для получения преимущества перед конкурентами каждая организация старается усилить свою позицию на рынке. Следовательно, для этого необходимо учитывать влияние внешних и внутренних условий. Авторы делают акцент на том, что система управления качеством должна иметь экономический эффект для организации, что значит экономически выгодное производство продукции, конкурентоспособная цена на рынке, а также соответствие требованиям потребителей [366;368]. Кроме экономического фактора, система управления в организации должна учитывать также другие внешние факторы: социально-культурные, политические,

международные. Социально-культурные факторы влияют на отношение потребителей к товарам или услугам. Политические факторы воздействуют на инвестиционную активность, возможные льготы и т.д. Международные факторы влияют на возможность использования иностранные ресурсы и внедрять зарубежные технологии. Внутренние условия определяют уровень взаимодействия организации с внешней средой. Внутренними факторами являются используемые технологии, персонал и т.д., благодаря чему снижаются риск и затраты. Авторы определяют систему управления, как взаимодействие организационной структуры, процессов, процедур, ресурсов, которые используются для соответствия продукции установленным требованиям, из чего можно сделать вывод о стратегическом подходе к менеджменту качества.

Д.Е. Митрофанов отмечает, что главное в стратегическом управлении - это не составление плана, а достижение поставленных целей [249]. Для этого следует определить конкретные действия в процессе управления качеством с учетом направления стратегии и включить их в оперативную деятельность предприятия. При анализе способов и самого процесса достижения целей и стратегических показателей можно сделать вывод об уровне развития организации. Автор указывает, что стратегические показатели процессов производительности, также называемые KPI (ключевые показатели эффективности), служат для того, чтобы показать реализует ли организация поставленные стратегические цели. Часто для этого используют инструмент, помогающий в определении этих целей - это сбалансированная система показателей (ССП). Автор рассматривает несколько показателей деятельности организации:

1. Продуктивности;
2. Эффективности;
3. Емкости;
4. Производительности;
5. Качества;
6. Рентабельности;
7. Конкурентоспособности;

8. Ценности.

Данные показатели применяются для улучшения контроля процессов в организации. Благодаря полученной информации возможно ее проанализировать и скорректировать дальнейшие действия. Управление качеством требует точного и систематического мониторинга статистических показателей. Эти измерения используются для описания важных производственных событий. А также это основа для эффективного обмена информацией между разними структурами организации и достижения стратегических целей. Автор считает, что для повышения производительности деятельности в организации в первую очередь следует определить данные показатели и начать их отслеживать с определенной периодичностью. Отслеживание показателей деятельности необходимо для постоянного улучшения производства и получения конкурентного преимущества. Проведение данных исследований показывает наличие проблемных зон, что является причиной риска. Соответственно их анализ и корректировка приведут к улучшению производства, повышению конкурентоспособности и повышению качества продукции и услуг.

И.В. Тверская и Л.А. Саргсян отмечают, главной стратегической задачей будущего развития инновационной экономики является повышение качества производимой продукции и качества управления бизнесом [320]. Это возможно осуществить путем внедрения системы менеджмента качества на основе требований международных стандартов. Условием повышения конкурентоспособности организации является не только создание качественной продукции и повышение надежности и безопасности, но и постоянное совершенствование системы менеджмента на основе СМК. Грамотное определение ключевых показателей эффективности компании, периодический их анализ оказывает существенную помощь руководителям организации в оперативном управлении, а также является базовой информацией для последующей корректировки стратегии развития компании.

Наиболее фундаментальные выводы в отношении стратегического управления качеством (СтрУК) сделаны в работе М.С. Бабарина, в которой

предполагается, что СтрУК является стратегической частью управления качеством, а управление качеством является частью общего управления организацией [28]. Общее руководство разрабатывает единые цели и направления организационных изменений, такие как расширение объема, новые рынки, слияния, направления инноваций и т.д. Функциональная политика (включая политику качества) разрабатывает организационную стратегию и набор взаимосвязанных функциональных стратегий. А стратегическое управление качеством организации (общества) – это самостоятельная часть стратегического менеджмента [100].

Фундаментальным мнением исследований, связанным с необходимость формирования стратегического управления качеством, является высказывание Ж-Ж. Ламбен, который утверждал, что качество продукции определяется с учетом рыночной отрасли, потребителей и их платежеспособности, а также доказал это на примере рынка автомобилей «Mercedes 190E» и «Renault 5», указывая, что обе модели предлагают наивысшее качество в своих сегментах рынка, и сравнивать их нет смысла [225]. Таким образом, качество продукта в некоторой степени будет не абсолютным, а относительным. Это связано с тем, что качество объекта фактически определяется как мера соответствия международным стандартам серии ИСО 9000, но только в более широком аспекте по отношению к внешним рынкам. То есть решающим фактором высокого качества любого объекта является максимальное соответствие характеристик требованиям, но сами требования могут иметь другие критерии. Также существует проблема необходимости постоянного улучшения качества (и эта тенденция типична для эпохи растущего спроса), которая осложняется тем, что количество материальных и финансовых ресурсов для повышения качества обычно ограничено, и всегда необходимо решение по оптимизации.

Некоторые современные исследователи рассматривают более узкое направление применения стратегического управления качеством. Так, в работе А.С. Штарбекер исследует стратегическое управление продукцией [354]. По мнению автора СтрУК в управлении качеством продукции формирует

предпосылки для расширения рынка сбыта, позволяет не только обеспечить устойчивую деловую репутацию, но и стабильно удовлетворять потребительские предпочтения. В организациях стратегическое управление качеством, по мнению автора, должно охватывать все уровни управления, а также должно поддерживаться всеми сотрудниками. Для современных организаций СтрУК становится важнейшим инструментом, позволяющим определить долгосрочные цели, оптимизировать организационные и производственные процессы, а также эффективно распределять ресурсы для постоянного улучшения качества продукции.

А.Г. Гаркушин в своих работах отмечает, что использование методов и подходов СтрУК способствует трансформации системы управления, обеспечивающей экономическую эффективность [129]. При этом автор отмечает, что акцент в управлении на СтрУК обеспечивает гармонизацию интересов всех заинтересованных сторон и достижении целей устойчивого развития. А.Г. Гаркушин справедливо отмечает в своих исследования переход мировой экономики от ресурсного типа к инновационному, а также существующую проблему отсутствия научно обоснованного методического инструментария обеспечение СтрУК в современных организациях. Для решения данной проблемы автор предлагает структурно-функциональную модель процесса постоянного совершенствования в рамках СМК с использованием СтрУК, а именно стратегического планирования [129].

Е.Б. Садыков рассматривает СтрУК в рамках деятельности образовательной организации [318]. В рамках деятельности ВУЗа автор определяет СтрУК как неотъемлемое условие как ближайшего развития, так и стратегического планирования. СтрУК в исследовании представляется как совокупность трех «слагаемых» качества: «непосредственно стратегическое планирование и его реализация, ключевые показатели деятельности в процессах внутреннего обеспечения качества и отдельных процедурах внешнего обеспечения качества - это аккредитация, международные и республиканские рейтинги» [318].

Данный подход подчеркивает важность интеграции различных аспектов СтрУК для успешного функционирования и развития образовательных учреждений.

Проведенный анализ фундаментальных и современных исследований в области СтрУК отразил существующую проблему отсутствия проработанных методических аспектов данного вопроса. Автор настоящего исследования расширяет объектную область СтрУК для всех социально – экономических объектов, как видов организаций в широком понимании, т.к. стратегическое управление качеством имеет особенности для конкретного социально – экономического субъекта.

В авторском исследовании используется классическое определение социально-экономического объекта (СЭО) управления (организации, государства, региона, сообщества и других), на который воздействует социально-экономический субъект управления (СЭС) (физическое лицо, руководство организации, государства, сообщества и прочие субъекты), принимающего решения и обеспечивающее его движение к поставленной цели.

По мнению автора **определение СтрУК СЭО** состоит в том, что стратегическое управление качеством социально – экономического объекта, которым может быть организация, регионы, государство и др., это направление стратегического управления, позволяющее найти пути и направления деятельности СЭО в области качества для достижения целей его устойчивого развития и рыночного превосходства (конкурентных преимуществ) за счет фактора качества, с наименьшими рисками и высокой эффективностью посредством стратегии качества организации (общества).

В рыночных условиях конкурентными преимуществами организации, полученными от деятельности в области качествам, могут быть следующими:

– увеличение клиентской базы за счет роста уровня удовлетворенности потребителей качеством,

– рост рынков, сбыта за счет увеличения объемов и цен на высококачественную продукции,

– улучшение имиджа и доверия на основе качества,

– рост устойчивого развития по экономическому, социальному, экологическому направлениям;

– рост компетенций и ресурсного потенциала в области качества.

Для страны и региона рост конкурентных преимуществ в области качества будет обеспечивать:

- рост внутреннего валового дохода на душу населения;

- рост социального и экологического благополучия;

- рост качества жизни людей.

Методология стратегического управления качеством СЭО содержит все ключевые элементы, которые являются частью классического общего стратегического управления, и в то же время имеет характеристики области качества СЭО. Таким образом, к основным методологическим элементам СтрУК СЭО относятся:

1) выстраивание идеологии, миссии и Политики в области качества СЭО;

2) постановка целей в области качества, которые задают направление развития СЭО;

3) стратегический внешний анализ макро- и микросреды, определяющий факторы, оказывающие влияние на будущее развитие в области качества, определение возможностей и угроз для стратегического развития СЭО в области качества;

4) стратегический внутренний анализ СЭО, определяющий потенциал, резервы, сильные и слабые стороны стратегического развития в области качества, анализ внутренних рисков;

5) комплексный анализ возможностей и угроз, сильных и слабых сторон, анализ рисков, позволяющий установить несколько путей развития;

6) обоснованный выбор направлений развития стратегии качества СЭО и проектов ее реализации;

7) реализация и актуализация стратегии качества СЭО и достигаемое конкурентное преимущество.

Концептуальная модель СтрУК в рамках новой парадигмы стратегического управления представлена на рис. 2.

Рисунок 2 - Концептуальная модель СтрУК в условиях новой парадигмы стратегического управления

(авторский рисунок)

Анализируя данные, представленные в п.1.1, можно выявить ключевые изменения внешней среды для формирования СтрУК и стратегии развития организации.

Самым важным фактором является усиление неблагоприятных рисков. Постоянное изменение призывает создавать новаторские базовые идеи в условиях динамики и неопределенности внешней среды. Такой подход именуется VUCA (аббревиатура от англ. Volatility, Uncertaint, Complexity и Ambiguity (нестабильность, неопределенность, сложность, неоднозначность) и определяет развитие областей знаний, наиболее важных для современного стратегического управления - стратегического риск-менеджмента для уменьшения нежелательной

неопределенности и использования возможностей [278;365]. Так в работе В.С. Шушаковой указано, риск-менеджмент – это процесс принятия и выполнения управленческих решений, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизацию возможных потерь проекта, вызванных его реализацией [356]. Риск-менеджмент применяется для повышения конкурентоспособности посредством защиты от рисков. Автор отмечает, что любое внутренне и внешнее влияние можно оценить как риск, который может воздействовать на организацию. Для управления рисками необходимо выполнять следующие задачи:

- Определить риски и их причины;
- Оценить степень влияния риска на деятельность организации;
- Разработать управленческие решения;
- Снизить риск и его последствия;
- Контролировать выполнение всех мер по управлению рисками;
- Анализ количества конечных рисков и их влияния на бизнес;
- Постоянно отслеживать новые риски.

Процесс управления рисками необходимо внедрить в постоянную деятельность внутри организации [363].

Все это усиливает аспект управления рисками в стратегическом менеджменте.

Следующим по важности является фактор **качества жизни, развития человеческого капитала и способностей.** В работе А.М. Прониной отмечается, что при использовании интеллектуального потенциала человека можно говорить о некоторой неосязаемой ценности, которая выражается в нематериальных активах [288]. В настоящее время все больше уделяется внимание интеллектуальному потенциалу, который может принести конкурентное преимущество [350]. Такие компании развивают способность работников думать, улавливать мысль и трансформировать ее в добавленную стоимость и интеллектуальный капитал компании. Современные концепции стратегического

управления в этой области подразумевают разработку новых моделей, показателей, которые позволяют управлять человеческими ресурсами в компании. В рамках разработки концепции стратегического управления интеллектуальный капитал компании представляется собой интеграцию нескольких видов интеллектуальной деятельности и должен оцениваться с использованием соответствующих индикаторов в сочетании с экономическими показателями, измеряющими добавочную стоимость компании. Автор указывает, что изначально необходимо построение особой модели эффективного менеджмента учебного процесса, которая объективно создаст предпосылки для выявления, развития и дальнейшего мониторинга показателей и факторов формирования будущего интеллектуального капитала компании [362]. Т.к. сегодня большинство видов добавленной стоимости – это формы коммерциализации знаний и создание на этой основе нематериальных активов.

Наиболее актуальной областью сегодня является цифровизация, которая определяет создание цифрового стратегического управления в цифровом пространстве, Интернете, инновационных информационных технологиях, искусственном интеллекте и т.д., что в конечном итоге определяет новую цифровую экономику и цифровое развитие во всех сферах общества [313].

Так в работе И.М. Степнова отмечается, что достижения цифровых технологий в современном мире привели к значительным изменениям во многих отраслях. Можно сказать, что методология подготовки к стратегическим управленческим решениям должна быть изменена, включая размышления о будущем экономики через изменения в обществе, а также фундаментальные изменения во многих бизнес-процессах, особенно на промышленных предприятиях, и оценку будущих сценариев. Также автор говорит от том, что в будущем принятие и реализация типовых решений будет все больше перекладываться на машины, а, следовательно, произойдет преобладание стратегического менеджмента над операционным [313].

При этом надо понимать, что применение цифровых технологий хоть и избавляет от ряда проблем, но появляются и новые, специфические:

– Коммуникационные проблемы, которые связаны с разработкой инструкций для процесса принятия решения. Следует учитывать то, что имеет место новый вид коммуникации – человека с машиной.

– Достоверность и комплексы умных контрактов. Умные контракты требуют тщательного контроля, так как при формировании сочетаний из контрактов возникнут сложные системы.

– Централизация и децентрализация. Наличие децентрализованной сети создает огромную нагрузку на узлы этой сети, поскольку количество и сложность смарт-контрактов увеличивается. В этом контексте для современных стратегий важно учитывать соотношение централизации / децентрализации.

– Недостаточная конфиденциальность. Стратегия также должна определять объем и содержание смарт-контракта.

– Управление большим количеством умных контрактов.

– Проблемы управления взаимодействием, так как у децентрализованного цифрового решения не имеется подотчетного лица / органа.

– Необходимость стандартов.

Решение этих проблем и интеграция цифровых технологий в процесс принятия стратегических решений в значительной степени определят конкурентные позиции современной организации в условиях нестабильной экономики [313].

Особо можно остановиться на исследование проф. А.Н. Петрова [278], связанный с **необходимостью рефрейминга стратегического менеджмента** и в смене самой парадигмы менеджмента в быстро изменяющихся и непредсказуемых условиях. Поэтом сегодня при принятии стратегических решений особо важны такие способности как:

– Гибкость;

– Креативность;

– Быстрое принятие решений;

– Эффективность.

Наиболее существенные парадигмы, по мнению проф. А.Н. Петрова включают:

а) процессные подход;

б) управленческий анализ необходимо организовывать на принципиально новой теоретической и методической базе, IT;

в) информатизация управления, создание «цифровой экономики» кардинально изменяют подход к процессу принятия решения – основному элементу менеджмента организации - ИИ;

г) в области прогнозирования можно говорить о поиске новых методов проактивного характера, позволяющих получать результаты в условиях неполных статистических данных, а иногда при полном их отсутствии;

д) наконец, разработка новой парадигмы (концепции и принципов) менеджмента организации должна обязательно учитывать новые тенденции в построении организаций, т. е. их формальные и неформальные организационные структуры.

Особо в изменении стратегического менеджмента А.Н. Петров отмечает, что теория стратегического менеджмента не сразу прониклась концепцией стейкхолдеров и сделала ее одним из своих ключевых принципов. Можно утверждать, что управление, ориентированное на интересы стейкхолдеров, позволяет руководителям лучше выполнять четыре важные и тесно взаимосвязанных действия: 1) создание ценности – особенно на динамично развивающихся рынках, 2) внедрение инноваций, 3) более эффективное решение морально-нравственных вопросов. Эти действия важны не только для обеспечения долгосрочной жизнеспособности и успеха коммерческих компаний, но также и для вклада, который они вносят в общество [370].

Базовые направления стратегического управлении по мнению А.Н. Петрова являются такие как:

– Сценарное;

– Портфельное;

– Гибкое (agile).

Все выше представленные тенденции изменения стратегического менеджмента будут влиять на содержание стратегического управления качеством (СтрУК).

В рамках новой парадигмы многие авторы, например, П. Друкер [170], Ф. Котлер [214], А.И. Пригожин [286], А.Н. Петров [278] и другие отмечают необходимость изменения стратегического управления. Так, П. Друкер отмечал, что управление организацией связано с поведением людей и человеческих институтов, вследствие этого управление и социальная вселенная могут постоянно меняться [170]. А.И. Пригожин отмечал изменение организационного поведения [286].

А.Н. Петров говорит, что развитие методологии стратегического менеджмента можно представить в рамках рефрейминга стратегического мышления [278]. При этом можно утверждать, что основные тенденции внешнего окружения включают тенденции: устойчивого развития, повышения качества жизни, изменения геополитической обстановки и цифровизации оказывают значительное влияние на формирование видения и целей [95;98;111].

Актуальные новые подходы и методы, в том числе стейхолдерский и процессный подходы, риск менеджмент, ситуационное и портфельное управление и цифровые методы влияют на видение целеполагание, проведение стратегического анализа и синтез формирования стратегии, ее реализации и актуализации, что можно представить на рисунке 2. Влияние новых условия развития общества и парадигм менеджмента на элементы Стр УК представлено на рисунке 3.

Рисунок 3 - Влияние тенденций окружающей среды и методов новой парадигмы менеджмента на элементы Стр УК

(авторский рисунок)

В таблице 6 представлены направления развития Стр УК СЗО по элементам.

Таблица 6 - Направления развития Стр УК СЭО по элементам

Элемент СтрУК	Направлении развития Стр УК СЭО
Видение СЭО в области качества	Сбалансированное устойчивое развитие СЭОс учетом геополитики, безопасности, снижения рисков и цифровизации
Цели СЭО в области качества	Цели устойчивого развития, повышения качества жизни, повышение качества продукции и услуг для удовлетворённости требований заинтересованных сторон Цифровые методы для целеполагания
Стратегический анализ СЭО	Анализ в условиях новых тенденций Применение методов стратегического анализа в части требований стейкхолдеров, процессов, риск менеджмента, ситуационного управления, портфельного анализа и цифровых методов
Формирование стратегии качества СЭО	Состав целей, направлений и ресурсов стратегии качества
Реализация и актуализация стратегии качества	Методы ситуационного управления и актуализация Цифровые методы

Авторская таблица

Стратегические уровни управления качеством для различных социально-экономических целей могут быть глобальными, национальными, региональными, территориальными, организационными и независимыми. Для определения особенностей характера тенденции стратегии качества можно выделить два основных уровня: уровень общественного СЭО (государства, региона, кластера, сектора, отрасли и прочего) и отдельной организации (предприятия, учреждения, некоммерческой организации и пр.).

1.3 Формирование стратегии качества в организации в условиях современного развития

Модификация стратегического управления качеством организации или социально экономического объекта (как обобщённого понимания организации), которая представлена в предыдущем разделе, определяет новые подходы к формированию стратегии качества в организации.

В литературе еще не выработано четкого определения и механизма формирования стратегии качества организации или СЭО. Вместе с тем, имеются различные подходы к рассмотрению данной проблем.

В научных исследованиях Е.А. Горбашко указывается, что стратегия качества - это набор правил и методов для достижения целей в области качества. Организации должны включать политики со стратегиями качества для принятия решений в этой области, а также возможные варианты таких решений [148].

Н.А. Бонюшко отмечает, что стратегия качества является главной частью в системе обеспечения качества, и на ее основе повышается конкурентоспособность. Стратегия качества также является наиболее важной частью системы планирования любой организации и включает ключевые стратегические цели в области качества, этапы, методы и ресурсы, необходимые для реализации, а также систему показателей, характеризующих процесс реализации [54].

А. Воробьев описывает стратегию качества как существенную часть системы менеджмента организации. Внедрение этой стратегии позволяет

управлять организацией непрерывно и регулируемым образом. Это управление создается путем постановки стратегических целей в области качества, их достижения на уровне бизнес-процессов и создания системы измеримых показателей для управления процессами. Стратегия качества также должна постоянно улучшать работу компании и удовлетворенность клиентов организацией [126].

Ю.М. Клиот указывает, что стратегия качества - одна из наиболее важных функциональных стратегий и подчеркивает, что ее следует разрабатывать как неотъемлемую часть общей стратегии организации. В этом контексте руководство организации должно предполагать формирование всех стратегических компонентов при принятии решения о реализации стратегии качества. По мнению авторов, основная проблема, с которой сталкиваются отечественные предприятия, разрабатывающие стратегии качества в соответствии со стандартами ИСО 9000 и принципами TQM, это необходимость объединения различных аспектов деятельности компании [202].

Д.В. Блинов в своей исследовательской работе он выделяет 10 шагов, благодаря которым стратегия качества становится неотъемлемой частью организационной культуры. Это включает определение видения, согласование с миссией, разработку ключевых стратегий, разработку стратегических целей, установление ценностей, распространение корпоративных политик, инициатива высшего руководства, постановку долгосрочных и среднесрочных целей, измерение улучшений с помощью ключевых показателей эффективности и мониторинг внедрения улучшений. По мнению авторов, к преимуществам реализации стратегии качества в организации можно отнести: исчезновение неопределенности и прояснение целей компании. Цели согласованы во всей организации. Сотрудники работают вместе как одна команда. Снижается вероятность новых потерь [49].

Американский профессор Мишель Ле Беф в своей работе «The Greatest Managment Principle in the World» [376] установил, что эффективная стратегия качества любой организации имеет как минимум четыре основных результата:

низкая стоимость изготовления; повышение объема сбыта продукты; высокая оценка организации; удовлетворение потребителя. Авторы подчеркивают, что стратегии качества может быть реализованы только тогда, когда высшее руководство привержено производству высококачественной продукции. Для успешной реализации стратегии качества руководство должно: доводить понимание качества до каждого сотрудника; работать в соответствии со стандартами производительности; составить долгосрочный план; предотвращать появление дефектов; измерять стоимости качества; организовать деятельность компании так, чтобы каждый сотрудник понимал, какой вклад он вносит в качество работы; взаимодействовать с потребителями своей организации в качестве постоянного партнера; обучать сотрудников основам статистического управления качеством.

В своей книге «Самооценка в организациях» Т. Конти отмечал, что стратегии качества зависят от типа организации, миссии, условий окружающей среды, организационной культуры, динамики развития и общей стратегии [211]. Работа лидера - принимать правильные решения. Однако ключом к стратегии качества является ожидание клиента, что его привлекает и может повысить лояльность. В возможные результаты стратегии качества Т. Конти включает отсутствие дефектных продуктов, конкуренцию в ценности для потребителя, соответствие спецификациям, снижение затрат за счет улучшения качества, временную конкуренцию, расширение области качества за счет инноваций, распространение методов управления качеством на некоммерческий сектор и социальные отношения. Существует возможность объединения всех этих задач для комплексного решения. Однако Т. Конти предупреждает, что «если бессистемно воспользоваться методами и моделями, результаты будут фрагментированы». В работе сформулированы три категории качества. Первая указывает на обязательную характеристику, которую необходимо достигать. Это необходимое качество, которое не обсуждается и должно быть реализовано наилучшим образом. Вторая категория — это выраженное качество. Его необходимо четко указать и высказать при заключении договора. Третья

категория включает привлекательные особенности, которые предоставляют потребителям инновационную ценность. Они могут дифференцировать предложения компании, определять различия и конкурентные преимущества между ними. Тито Конти также утверждает в своей книге, что качество - это живая категория со своим собственным жизненным циклом. Поначалу нововведение вызывает восторг, но после становиться все более обыденным. А на третьем этапе уже очевидным. В любом случае, определяя стратегию качества, необходимо соответствовать ожиданиям клиентов. Для этого следует сформулировать ожидания в отношении качества и ценности отдельных клиентов, классифицировать качество по трем категориям, определить приоритеты инвестиций и найти способы оценки удовлетворенности клиентов.

Ю.И. Ребрин принимает в качестве одной из важнейших функциональных стратегий стратегию качества (СК) [293]. По мнению авторов, стратегия качества является неотъемлемой частью общей стратегии компании. Автор также рассматривает вопросы организации стратегий качества в отечественных компаниях. Реализация стратегии качества в большинстве случаев требует реструктуризации различных аспектов деятельности компании и в конечном итоге изменит организационную культуру компании, психологию менеджеров и исполнителей [384]. Хотя цель определения стратегии качества для отечественных компаний ограничивалась сертификацией продукции в соответствии с серией ИСО 9000, автор заявил, что соблюдение установленных документов системы качества не гарантирует высокое качество продукции [357].

А. Овсянко отмечает, что реализация стратегии качества ведет к стабильному качеству в организации [259]. Стратегия предполагает философию, основные элементы которой отражены в принципах менеджмента качества. Ориентация на клиента лежит в основе стратегии качества, следовательно, решения руководства компании влияют на удовлетворенность клиентов. Другой ключевой компонент стратегии - сосредоточение на процессах, обеспечивающих прозрачность и управляемость бизнес-операций и обслуживания клиентов. Непрерывное совершенствование - это деятельность, направленная на повышение

качества, обеспечение производства продуктов и услуг, максимально отвечающих потребностям клиентов, и устранение выявленных ошибок в существующих процессах. Вовлечение всех сотрудников в деятельность по обеспечению качества означает, что каждый сотрудник должен иметь четкое представление о том, какой вклад он или она вносит в процесс обеспечения качества при выполнении своей работы. Принятия решений, основанных на фактах, влияет на качество выводов и проверенных данных. Описанный подход универсален и может использоваться практически любой организацией. Д.В. Овсянко пишет о том, что стратегия качества должна быть доведена до сведения всех сотрудников компании, от менеджеров до штатных сотрудников [260]. Каждую инновацию необходимо оценивать с точки зрения ее влияния на рост качества продукции и услуг. Компания создает комплексную систему внутреннего планирования, контроля и регулирования качества продукции, а также проводит постоянное обучение сотрудников и аудиты качества по всей компании. Авторы подчеркивают, что особое внимание следует уделять не только элементам стратегии качества, характеризующим функционирование СМК, но и существенным компонентам стратегии, определяющим поведение компании на рынке.

Жан-Жак Ламбен в работе «Стратегический маркетинг. Европейская перспектива» указывал на то, что стратегия качества - неотъемлемая часть маркетинговой концепции [225]. Разработка стратегии качества должна включать анализ сегментации рынка. Впервые в своей работе компания Lamben представила концепцию общей стратегии качества, которая означает интегрированный и систематический подход к управлению качеством.

В книге «Стратегия голубого океана» авторы пишут, что в организации могут быть сформированы и применены разные стратегии и политики в области качества [251]. Стратегия качества – это стратегия конкуренции, потому что миссия качества – стать лидером на рынке. Стратегия качества неотъемлемая часть организационной стратегии. Есть два типа стратегий повышения качества:

1) интенсивный метод - изменение качественных характеристик продукции;

2) экстенсивный метод - рост количества качественных характеристик продукции.

Сейчас акцентируется внимание на концепции постоянного совершенствования, так как все сотрудники вовлечены в постоянное улучшение качества продукции, услуг, производительности и конкурентоспособности.

В книге «Управление качеством в масштабах компании: становление и этапы развития» Кондо Й. говорит о том, что стратегия качества основана на принципах японского кружка качества [206]. Существует четыре основных составляющих высокого качества: низкая стоимость изготовления; высоких объем производства; хороший имидж и высокая оценка организации; лояльность потребителей. Для эффективной реализации стратегии качества, управление организацией должно быть четко определено в области качества и поддерживаться на высоком уровне.

Дж. Траут отмечает, что высокое качество продукции и хорошее обслуживание не являются неожиданность и не вызывает восторга, но автор придерживается основной идеи, что решающую роль все-таки играет качество, а не стратегия дифференциации [321].

С.С. Скобкин в своих исследованиях акцентирует вниманием на том, что стратегия качества представляет собой набор инструментов и методов для выявления новых рыночных тенденций и адаптации продуктов к последним требованиям [308]. Таким образом, изменение созданных стандартов качества. Целью стратегии повышения качества является сохранение и развитие конкурентного преимущества на рынке. Способ реализации этой стратегии - создание системы качества компании. Чтобы установить собственные стандарты качества, исследования должны проводиться специальными внешними организациями или внутренними компаниями. Исследование в области качества можно провести, разбив его на отдельные индикаторы, необходимые для характеристики товара или услуги и ее оценки. Это могут сделать провести с помощью экспертной оценки, к примеру. На основании полученной информации необходимо превратить недостатки работы конкурентов в свои достоинства.

Данные исследования стоит проводить как можно чаще с установленной периодичностью для того, чтобы всегда быть уверенным в реальном своем положении на рынке. Организация работы по управлению качеством компании включает в себя создание системы качества в соответствии с рекомендациями стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Система менеджмента качества. Требования» и принятие мер, необходимых для обеспечения ее эффективной работы. Создание системы качества предполагает развитие и внедрение в корпоративную деятельность. Автор отмечает, что при разработке стратегии качества следует сначала определить процессы и структуры, которые должны быть включены в систему качества, и функции, которые должны выполняться для обеспечения требуемого качества продукции или услуг, а затем разработать все необходимые нормативные документы для выполнения этих функций. С.С. Скобкин также указывает поэтапный процесс создания стратегии качества [308]:

1. Решение о создании стратегии качества, которое должно официально быть признанным руководством. На этом этапе определяется политика в области качества, назначается ответственное лицо, формируется рабочая группа, определяются этапы и сроки.

2. Создание плана создания стратегии качества, где прописывает график выполнения всех работ, а именно:

– Постановка функций и задач, которые должна выполнять стратегия качества;

– Определение подразделений организации, которые буду задействованы в исполнении поставленных задач и функций;

– Разработка процедур повышения качества;

– Создание нормативных документов;

– Внедрение стратегии качества;

– Поддержание работоспособности стратегии качества;

– Мониторинг стратегии качества;

– Улучшение стратегии качества;

– Проведение кружков качества.

3. Выполнение плана-графика.

Создание и совершенствование стратегии качества – это необходимое условие для эффективной работы системы в изменяющихся условиях. К.М. Туманов отмечает, что создание эффективной стратегической системы управления - важное направление в организационной деятельности компании [324]. Функционирование компании в постоянно изменяющейся внешней среде во многом зависит от организационной структуры ее управления, то есть от всех подразделений и их взаимосвязи. На организационную структуру воздействуют несколько факторов: организационно-правовая форма; тип производимой продукции; размер организации; рынок сбыта; используемые технологии; внутренняя и внешняя информированность; степень обеспеченности ресурсами. Выбор формы управления определяется руководством компании.

В настоящее время, согласно международному стандарту ИСО серии 9000, более перспективной системой управления считается процессный подход. Процессный подход устанавливает идеологию постоянного улучшения, что очень важно для функционирования системы менеджмента качества. Кроме того, автор отмечает важность отказа от жестких функциональных структур управления для повышения качества всех уровней деятельности предприятия.

Автор также отмечает важность оценки рисков с целью их дальнейшего снижения. Это способствует повышению конкурентоспособности компании за счет применения в стратегическом управлении программно-целевого метода. Его сущность заключается в реализации поставленных целей за счет осуществления комплексных программ. Данная программа является разносторонней и учитывает различные направления деятельности компании, что позволяет учитывать все интересы. Основной проблемой внедрения программно-целевого метода является высокие финансовые и трудовые затраты несмотря на то, что со временем они окупаются. Также сложностями использования программно-целевого управления являются:

– постановка целей и задач – вероятность ошибки из-за первоначальной очевидности конечных целей;

– проблема сбалансированности и рациональности мероприятий программы, так как сложно рассмотреть все стороны деятельности организации;

– усложнение системы управления – увеличивается число звеньев управления;

– увеличение объема системы документации.

Несмотря на все вышеперечисленное, программно-целевой подход - это современный и высокоэффективный способ управления развитием организации, требующий от организаций использования всех имеющихся в их распоряжении ресурсов, что позволяет надёжно добиваться решения поставленных задач и достижения целей. Важным положительным аспектом внедрения этого метода в практику управления организациями является то, что большинство из них используют некоторые элементы программно-целевого управления, составляющие основу стратегического управления, в том числе управления качеством.

Таким образом, учитывая предложенный авторами подход к реализации стратегии качества в компаниях, можно отметить возможность ее использования в корпоративном управлении, в том числе стратегическом управлении качеством, так как происходит логичный и последовательный переход от корпоративной стратегии к стратегии качества.

Е.В. Назарова рассматривает различные варианты стратегии повышения качества [254]. Во-первых, это ориентация на соответствие документации определенным нормам, нормативам, требованиям. В этом случае качество определяется как соответствие показателей, конкретного набора свойств и характеристик продукции требованиям, определенным в нормативно-технической документации. Однако у этой стратегии есть несколько недостатков. Она не всегда отражает интересы потребителей, которые часто меняют свои требования. Техническая документация через некоторое время может не

соответствовать требованиям рыночной структуры. В результате компания может снизить конкурентоспособность предлагаемых продуктов и услуг и потерять свои позиции на рынке.

Во-вторых, ориентация на потребительные запросы. В данном случае следует рассматривать качество по нескольким показателям:

– Функциональные свойства (состав и структура производимого продукта или услуги; продолжительность, уровень обслуживания и т. д.).

– Показатели эстетического качества. Эти показатели очень важны для обеспечения конкурентоспособности продукта. Позаимствовать у других производителей практически невозможно.

– Показатели комфортности.

– Показатели технологичности (трудоемкость; емкость исходных комплектующих; дефицитность комплектующих; себестоимость и др.).

Следует также учитывать показатели надежности, экологической безопасности, уникальности и т.д.

В-третьих, ориентация на очевидные требования потребителя. К таковым относятся высокое качество и низкая цена. Наиболее успешными организациями в рыночной экономике являются те, которые работают эффективно при минимальных затратах и предлагают высококачественные продукты по доступной цене. Эти организации значительно выигрывают от конкуренции.

Наиболее глубоко проработаны методические положения по стратегии качества организации в работе Д.В. Левицкого, Т.И. Леоновой [227]. Авторы указывают, что стратегия качества – это функциональная стратегия, поддерживает реализацию общей организационной стратегии. Формирование стратегии качества включает следующие аспекты:

1. Постановка целей в области качества для определения перспективы развития. Цели качества должны быть согласованы с общей стратегией компании. Баланс целей в области качества может обеспечиваться за счет применения системы сбалансированных показателей.

2. Внешний анализ стратегии для выявления возможностей и угроз, а также для идентификации факторов, способствующих развитию организации в области качества. Необходимо определить факторы микро- и макросреды, которые влияют на организацию. Для этого используется анализ и коррекция PEST в качестве инструмента исследования макросреды, и отраслевой анализ, такой как модель М. Портера, как инструмент исследования микросреды.

3. Внутренний анализ стратегии для выявления сильных и слабых сторон. Анализ можно провести с помощью самооценки организации, базируюсь на Европейской премии по качеству, которая использует для оценки организации перечень критериев.

4. С помощью SWOT-анализа возможностей и угроз, сильных и слабых сторон можно определить альтернативы в области качества. Сравнивая уровень согласованности сильных и слабых сторон компании с рыночными возможностями, можно сделать вывод, что организации необходимо улучшить в стратегии качества.

5. Выбор и корректировка направления для разработки стратегии качества. Выбор должен основываться на экономическом обосновании и критериях эффективности инвестиций для функциональной стратегии.

М.С. Бабарин в своей работе отмечает, что для обеспечения и повышения качества необходимо определить состав и структуру производственных затрат и на этой основе определить стратегический результат, отвечающих потребностям общества [28]. Кроме того, необходимо учитывать влияние внутренних и внешних факторов. Автор подчеркивает зависимость качества продукции от цены - чем выше качество, тем выше цена. Это означает, что желание компании увеличить продажи может обеспечиваться стратегией качества. Поскольку количество продуктов выражается целым числом, для организаций эту целочисленную задачу удобно решать с помощью метода динамического программирования. Проблема оптимизации качества сводится к оптимальному распределению лимитов ограниченных ресурсов между различными продуктами. Следует отметить, что производственные решения относительно экономической целесообразности не

всегда могут быть приняты однозначно из-за отсутствия значимой экономической информации. Для повышения осуществимости необходимо использовать более обширные дополнительные методы экономического и финансового анализа, например, постановку двойственной задачи моделей линейной оптимизации, использование методов нелинейной оптимизации.

В.Г. Прохорович разработала модель формирования стратегии качества отраслей национальной экономики (ОНЭ), включающую такие элементы как [289]:

1) постановка целей качества ОНЭ;

2) стратегический внешний анализ для идентификации факторов, воздействующие на развитие ОНЭ в области качества;

3) стратегический внутренний анализ, определяющий сильные и слабые стороны ОНЭ;

4) совокупный анализ для определения нескольких разных путей развития ОНЭ в области качества;

5) обоснованный выбор путей развития стратегии качества ОНЭ.

Была сформирована модель для рационального выбора стратегии качества ОНЭ на основе оценки внутренних и внешних факторов.

Некоторые авторы определяют, что основной принцип стратегии качества – создание ценности для потребителя [244]. Стратегия качества интегрируется в общую стратегию компании, оптимизируя затраты и обеспечивая максимальную эффективность. Принципы менеджмента качества включаются в стратегические планы для достижения долгосрочного успеха, основанного на удовлетворении потребностей клиентов. Ввиду того, что качество связано со всеми аспектами деятельности компании, включая затраты, трудовые ресурсы, оборудование и объемы производства. Каждое подразделение компании должно участвовать в разработке стратегии качества, внося предложения и уточнения.

М. В. Утевская в своих исследованиях выделяет важные условия для эффективного управления качеством в рамках стратегии устойчивого развития [330]. Так, ключевым условием формированием стратегии качества автор

определяет формирование сбалансированных целей, основанных на социально-экономических и экологических ориентирах, указанных в ГОСТ Р 54598.1-2015 и ГОСТ Р ИСО 20121-2014. Для установления целей рекомендуется ориентироваться на показатели Руководства по отчетности в области устойчивого развития (GRI). Другим аспектом формирования стратегии качества является разработка интегрированных систем менеджмента качества на основе ГОСТ Р 58542-2019, охватывающих качество, экологию, безопасность и другие аспекты. Интегрированные системы обеспечивают синергетический эффект, сокращая дублирование процессов, снижая затраты и повышая удовлетворенность стейкхолдеров. Оценка эффективности управления качеством базируется на функционале этих индикаторов, позволяя объективно измерять достижения [330;331].

Не менее важным направлением исследования является рассмотрение элементов стратегического планирования и управления, их взаимосвязи в контексте обоснования стратегии социально-экономического развития территорий с целью повышения качества жизни населения [130]. Анализ исследований показал отсутствие единой системы стратегического планирования в стране, что проявляется в несогласованности региональных и муниципальных стратегий и отсутствии общей национальной стратегии. Формирование стратегии муниципального образования начинается с учета национальных целей и региональных стратегий, а ее главная цель – повышение качества жизни населения. Для устранения текущих недостатков необходимо создать единую систему стратегического планирования, обеспечивающую комплексный подход и согласованность на всех уровнях [130].

С.В. Дмитриева подчеркивает, что управление качеством и операционная эффективность являются ключевыми факторами успеха в современном промышленном комплексе, способствуя удовлетворению ожиданий клиентов и устойчивому развитию [168]. Управление качеством охватывает весь жизненный цикл продукции или услуг – от проектирования до обслуживания – и требует применения современных методов, инструментов и создания культуры качества.

Всеобщее управление качеством (TQM) рассматривается как стратегический подход, обеспечивающий постоянное улучшение продуктов, процессов и удовлетворенности клиентов. Методы управления качеством и операционной эффективностью помогают предприятиям лучше понимать потребности клиентов, оптимизировать процессы и повышать устойчивость бизнеса. Внедрение стратегий управления качеством и операционной эффективности формирует основу для инновационного развития и долгосрочного успеха в условиях современной конкурентной среды [168].

Таким образом, в научной литературе сформировались представления о стратегии качества, ее целях, направлениях и методах реализации, как самостоятельной области изучения.

Вместе с тем большинство исследователей при формировании стратегии качества рассматривают только уровень организации и реже затрагивают проблемы стратегии качества общества [28;29], отраслей народного хозяйства [298].

Еще можно отметить и такую проблему. Так, все авторы однозначно заявляют, что надо непременно повышать качество, однако в исследованиях не учитывается то, что может ли варьироваться уровень качества и в каких пределах, т.е. не анализируется взаимосвязь качества с внешними явлениями, ограниченными ресурсами производства и потребления, определяющими необходимость исследования построения оптимальной стратегии качества социально-экономических объектов любого уровня управления по достижению целей в условиях изменяющихся факторов внешней среды, несущих как возможности, так и угрозы для развития этих объектов.

В большинстве вышеупомянутых источников не рассматривались тенденции окружающей среды как важную составляющую построения стратегии. Все это требует разработки нового подхода к построению стратегии качества СЭО.

Согласно положениям Всеобщего управления качеством (TQM), можно считать, что стратегия качества СЭО - это стратегия, направленная на достижение

результатов СЭО, удовлетворяющих требования всех заинтересованных сторон с учетом условий внешнего окружения. Заинтересованными сторонами в деятельности по СЭО являются взаимодействующие и потребляющие результаты деятельности СЭО, включая потребителей, государство, глобальные сообщества и т.д. Данный подход к удовлетворению требований соответствует проблеме устойчивого развития - наиболее многообещающему направлению управления. Существование множества опасностей для человека, мирового сообщества и окружающей среды определило необходимость разработки теории устойчивого развития, которая охватывает экономическую, экологическую и социальную сферы, формируя основные принципы и направления для улучшения. Ключевые руководящие принципы устойчивого развития были рассмотрены в п.1.1 настоящего диссертационного исследования, в котором отмечены резолюции сессий ООН по устойчивому развитию: сокращение бедности за счет рационализации производства и разумного потребления, сбалансированного доступа к природным ресурсам; обеспечение экономического роста, безопасности продовольствия, защиты экосистем, поддержания биоразнообразия; охрана лесов; рациональное использование водных ресурсов, защита от опустынивания и т.д. [279]. На саммите Генеральной Ассамблеи ООН (Нью-Йорк) была согласована Долгосрочная Резолюция в области устойчивого развития общества до 2030 года, в которой содержится обращение к созданию балгоприятного общества во всех направлениях [193].

Базовые принципы устойчивого развития общества были сформированы академиком В.В. Окрепиловым [264]:

1. Сбалансированность развития окружающей среды и уровня потребления и производства.
2. Современные потребности людей должны удовлетворяться без ограничения возможностей для будущих поколений.
3. Разработка социальных стандартов, содержащих удовлетворение базовых потребностей населения.
4. Поддержание природных ресурсов и улучшение биосферы.

5. Сбалансированность потребления.

По мнению В.В. Окрепилова устойчивое развитие сообществ и организаций в условиях динамичности мира возможно только на основе TQM через систему менеджмента качества и инструменты, обеспечивающие реализацию стратегии качества [265;269]. Таким образом, по результатам исследований ряда ученых, в том числе В.В. Окрепилова [265;269], В.Я. Белобрагина, Ю.В. Черных [348], П.И. Бурака, Т.В. Зворыкиной [55] и других ученых, можно сделать вывод, что стратегия, основанная на Всеобщем менеджменте качества, включает в себя все факторы и риски и способствует определению путей устойчивого развития сообществ и организаций. В связи с этим**, автор настоящего исследования предлагает усовершенствование методологии построения стратегии качества с учетом тенденций устойчивого развития.**

Таким образом, развитие методологии формирования стратегии качества СЭО состоит в том, что изменения внешней среди видоизменяет структуру и содержание стратегии качества СЭО.

В рамках новой парадигмы стратегического управления стратегия качества может быть сформирована на различных уровнях стратегической иерархии. Известно, что стратегическая иерархия включают несколько уровней: на верхнем располагается общая («базовая», «корпоративная» для организаций, «большая» для государств и территорий), на следующем уровне могут располагаться так называемые стратегические направления (Д. Аакер). На этом уровне может быть сформирована стратегия качества в ее всеобщем значении (Р.А. Фатхутдинов), стратегия цифровой трансформации (Е.Ю. Плешакова), стратегия безопасности и прочие. На последующем уровне располагаются деловые и функциональные стратегии, как подкрепляющие общую стратегию и ее основные направления, на этом уровне формируются стратегии качества локального характера. Таким образом, стратегия качества может быть реализована на нескольких уровнях управления и их можно обозначить как всеобщую и локальную.

Стратегии качества является широким понятием, охватывающим любые объекты, явления и процессы, как локальные, так и всеобщие. Всеобщее

направление стратегии качества социально – экономического объекта (СЭО) базируется на Всеобщем управлении качеством в его широком понимании и устойчивом развитии СЭО в целом, а локальная направленность заключается в реализации проектов и программ в области качества, нацеленные на реализацию стратегии качества и, следовательно, организационной стратегии СЭО.

При глобальном рассмотрении всеобщая стратегия качества гарантирует, что сообщество ориентировано на устойчивое развитие, которое состоит в том, что его основные элементы - экономика, общество и экология - сбалансированы комплексными системами и инструментами управления качеством [390]. Рассмотрение локальной стратегии определяется компонентами общей стратегии качества, в частности международными, государственными приоритетными проектами или программами: «Стандартизация и национальная стратегия управление качеством», «Качество жизни населения», «Цифровизация» и другие.

В организации можно реализовать стратегию качества с как общей направленностью, достигая цели устойчивого развития и учитывая влияние деятельности на все направления (экономику, социум, экологию), так и с локальной направленностью, реализующей стратегию за счет внедрения локальных направлений бережливого производства, бездефектного производства, шесть сигм и другие. Обобщенное содержание всеобщей и локальной стратегии качества представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Содержание всеобщей и локальной стратегии качества социально-экономических объектов [61]

Характер стратегии качества	Макроуровень мирового сообщества, государства, территории	Микроуровень организации
Всеобщий	Обеспечение качества устойчивого развития общества, территории; Внедрение ГОСТ Р 56548-2015/ISO/DIS/37101 Устойчивое развитие административно-территориальных образований [4], ГОСТ Р ИСО 37120-2015 Устойчивое развитие сообщества. Показатели городских услуг и качества жизни.	Обеспечение качества устойчивого развития организации; Сбалансированное развитие на основе системы сбалансированных показателей (СПП) и устойчивого развития; Развитие на основе Модели делового совершенства; Внедрение интегрированных СМК.

Окончание таблицы 7

Локальный	Национальные приоритетные проекты, государственные программы; Развитие стандартизации и метрологии	Функциональная стратеги качества; Реализация стратегических проектов организации в области качества

Авторская таблица

Авторское понимание стратегии качества СЭО (организация, отрасли, региона, территорий, государства, сообщества) состоит в том, что стратегия качества СЭО представляет собой концепцию действий СЭО для достижения целей в области качества, которые могут иметь как всеобщий характер устойчивого развития, так и локальный характер отдельных направлений управления качеством.

В России стратегия качества обеспечивается благодаря системе государственной стандартизации, которая разрабатывается и развивается на основе потребностей экономики, состояния рынка и требований Федеральных законов «О техническом регулировании», «О защите прав потребителей» и иных законов, содержащих требования к качеству. Согласно специалистам, в том числе В.В. Окрепилову [266;267;271] и И.Филоненко [335], в России определенные меры в области качества внедряются уже несколько лет. В 1993 году основана «Академия проблем качества», а в 2001 году Всероссийская организация качества (ВОК). В России реализуются различные программы, направленные на повышение качества отечественных товаров и услуг, такие как федеральная программа «Российское качество», Премия Правительства РФ по качеству, «100 лучших товаров России», «Всероссийская марка. III тысячелетие. На региональном уровне это Знак качества XXI века», «Покупайте российское», «Московское качество» и другие. В 2012 году проводилось новое мероприятие - Всероссийский Месячник качества (15 октября – 15 ноября), под руководством Всероссийской организацией качества и Программой «Покупайте российское». Заключительным мероприятием Месячника станет XVI Форум регионов «Делайте российское. Покупайте российское», в рамках которого состоится Фестиваль федеральных и региональных программ качества. С 1997 года проводится

региональный конкурс по качеству, созданный на основе научных исследований в области самооценки организаций, а также была создана многоуровневая система подготовки кадров в области качества и многое другое [174].

Для регионов локальными стратегиями качества могут быть, например Программы «Качество». В.Я. Белобрагин выделяет характерные черты программ «Качество» [43]. К ним можно отнести требования по модернизации выпускаемой и освоению новой конкурентоспособной продукции, которая имеет важное значение для экономики региона, требования по повышению качества товаров народного потребления, импортозамещению, увеличению поставок на экспорт. Для успешной реализации программ разрабатываются планы мероприятий, которые обеспечивают рост уровня технологий, улучшение работы с поставщиками, внедрение современного оборудования, совершенствование организации труда, укрепление дисциплины, повышение квалификации кадров, т.е. касающиеся всего спектра факторов, оказывающих влияние на качество продукции. На их выполнение в некоторых регионах выделяются отдельные ресурсы. Целью программы «Качество» является поддержка для достижения требуемого уровня конкурентоспособности региона, предприятия, продукции заключающаяся в повышении качества изделий, снижении затрат на производстве и создании положительного имиджа продукции, предприятия, региона.

И.И. Антонова представляет методический подход к разработке программ «Качество» нового поколения и предлагает учитывать следующие обстоятельства при разработке программ «Качество» [26]:

– размер и специфические особенности региона, а также подобных по названию программ первичных его звеньев, организаций и предприятий;

– социально-экономическое состояние страны и региона;

– особенности развития и перехода к шестому технологическому укладу и инновационной деятельности по его основным направлениям;

– необходимость рационализировать структуру, показатели и критерии оценки выполнения программ.

Конечно, сегодня наблюдаются определенные продвижения в идеологии качества, однако в российских реалиях таких успехов недостаточно, вследствие этого требуется тщательная разработка и принятие стратегии качества РФ национального уровня.

Несмотря на определенные успехи в продвижении идеологии качества ощутимых практических результатов в области российского качества пока недостаточно, поэтому необходимо разработать и принять комплексную национальную стратегию качества в России.

В отношении организации интересен ракурс соотношения стратегии качества и глобальной стратегии организации.

Проанализируем связь стратегии качества с основными классическими видами глобальной стратегий, которые включают в себя следующие модели:

– базовые стратегии М. Портера (лидерство по издержкам, дифференциация, фокус) [284], дополненные А.А. Томпсоном (лидерство по издержкам, дифференциация, оптимизация издержек, фокус на издержках, фокус на дифференцировании) [316], стратегии дифференцирования [284];

– стратегии роста И. Ансоффа (внутренний рост, диверсификация, интеграция) [24];

– конкурентные стратегии Ф.Котлера (лидер, преследователь, бросающий вызов, обитатель рыночной ниши) [213;214];

– стратегия голубого океана [251].

Стратегия роста подразумевает развитие за счет количественных факторов, т.е. повышение конкурентоспособности за счет увеличения объемов, рынков сбыта. В этой ситуации стратегия качества будет иметь чисто функциональный характер. Стратегия дифференциации заключается в достижении конкурентного преимущества за счет дифференциации продуктов и рынков и формирования стратегии улучшения продукта с целью достижения преимущества за счет изменения продукта и его качества. В этом случае стратегии качества могут быть перенесены на корпоративный уровень, а финансовые стратегии и рост объемов

могут быть вторичными. Стратегия качества на уровне компании также может определять стратегию «голубого океана» (современная теория неконкурентной стратегии), которая приносит выгоды за счет инноваций и инновационной ценности. Ценность инноваций может быть связана с качеством продукта или услуги.

В данном исследовании в отношении формирования всеобщей и локальной стратегии качества социально – экономического объекта (СЭО) можно отметить, что методология стратегии качества как для всеобщей, так и для локальной стратегии СЭО опирается на миссию и Политику в области качества СЭО и включает все стандартные этапы формирования стратегии:

1. Формирование задач СЭО в сфере качества, которые будут сбалансированы по всем уровням управления и функциональным направлениям;

2. Внешний стратегический анализ, включающий аспекты возможностей и угроз (риски) для стратегии качества СЭО.

3. Внутренний стратегический анализ СЭО, выявляющий потенциал СЭО, возможности и внутренние стратегические угрозы в области качества.

4. Анализ выбора из альтернатив развития в области качества и аргументирование направлений и программ развития стратегии качества СЭО.

В целях формирования политики качества СЭО необходима идеологическая база, построенная на максимизации удовлетворенности требований к качеству деятельности социально – экономического объекта, сформированных потребителями и всеми другими заинтересованными сторонами, по все направлениям, в том числе экономическому, социальному и экологическому направлениям деятельности СЭО.

Для формирования всеобщей и локальной стратегии качества нужно обозначить ее характеристики и связи с общей стратегией СЭО. На рисунке 4 представлена концептуальная модель взаимосвязи.

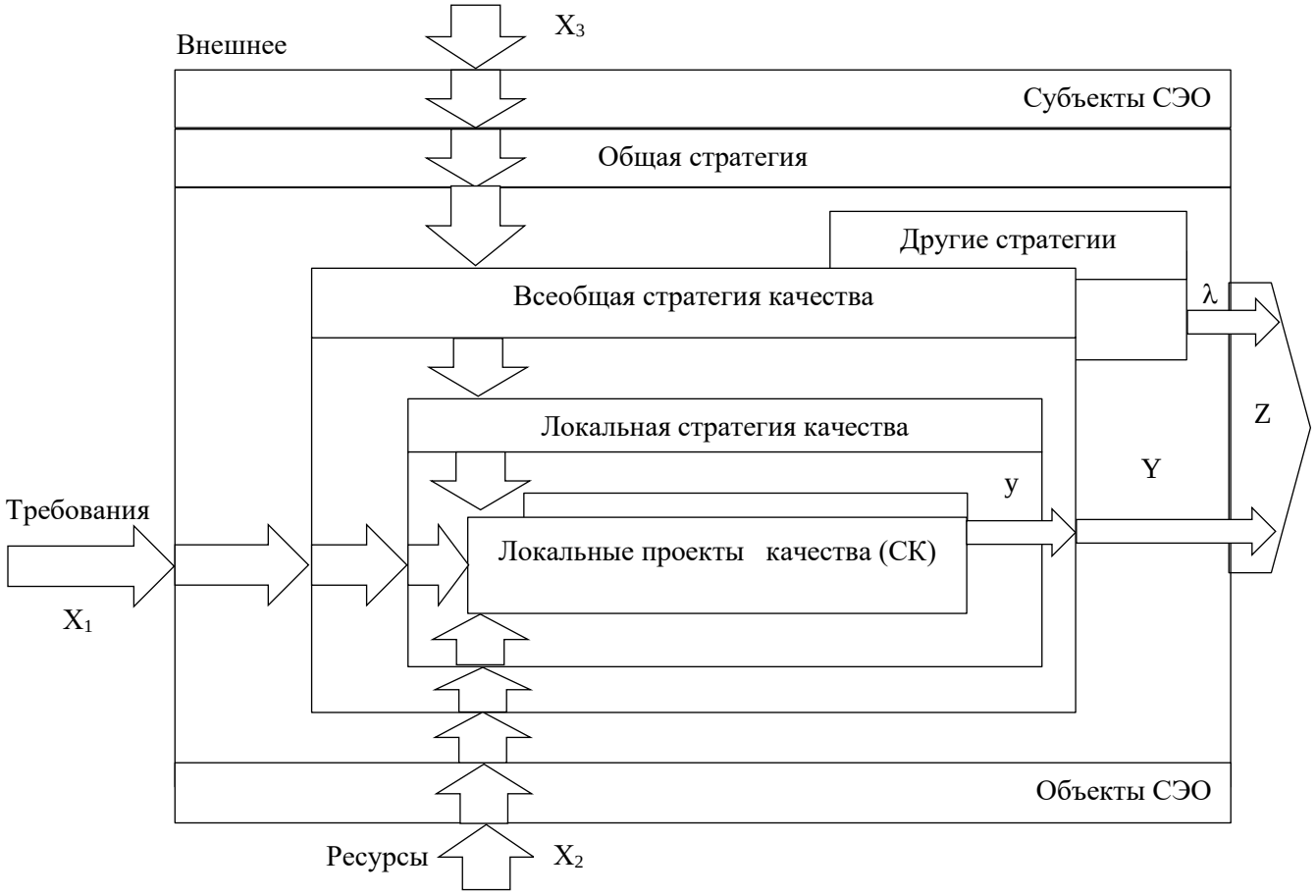


Рисунок 4 – Концептуальная модель взаимосвязи общей стратегии, всеобщей и локальной стратегии качества социально – экономического объекта [61]

Пояснения к рисунку 4:

X1={X1n} вектор внешних требований;

X2={X2k} – вектор ресурсов;

X3={X3m} вектор внешних воздействий;

y={yj} вектор целевых результатов локальных стратегий качества;

Y ={Yi} – вектор целевых результатов всеобщей стратегии качества;

λ - другие направления генеральной стратегии;

Z – вектор целевых результатов генеральной стратеги СЭО.

Формирование целей в области качества деятельности СЭО один из проблематичных вопросов, требующих более тщательного анализа, т.к. в научно-

исследовательских литературных источниках недостаточно ясно раскрываются цели стратегии качества и их место в системе целей СЭО, также остается нераскрытым вопрос связей с общими и функциональными стратегиями.

Согласно принятым международным стандартам ИСО серии 9000, основной целью в области качества является высокая удовлетворенность всех субъектов качеством продуктов, процессов и другими характеристиками. Структура целей в сфере качества должна соответствовать иерархии направлений деятельности.

Взаимосвязь целевых направлений деятельности СЭО можно представить на рисунке 5.

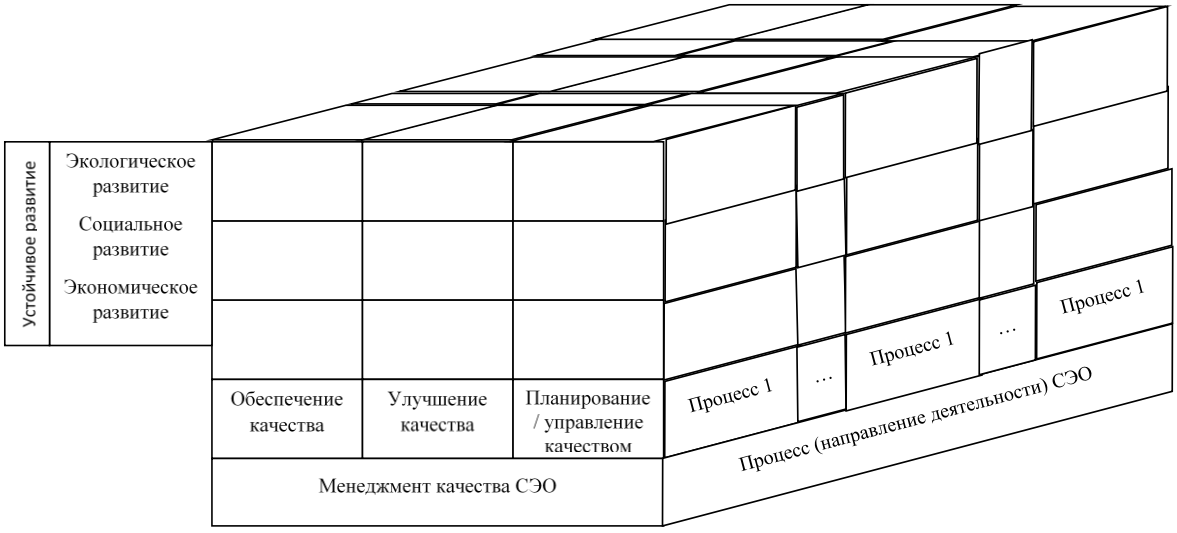


Рисунок 5 - Взаимосвязь направлений и процессов деятельности СЭО, связанных с качеством *(авторский рисунок)*

Соответственно, может быть выстроена иерархия целей иерархия целей в области качества СЭО может иметь несколько уровней:

1 уровень – удовлетворенность заинтересованных сторон к качеству деятельности СЭО;

2 уровень – цели зрелости процессов менеджмента качества СЭО;

3 уровень – цели улучшения, обеспечения, планирования / управления качеством, как основных функциональных направлений менеджмента качества СЭО.

Иерархия целей всеобщей и локальных стратегий качества представлена на рисунок 6.

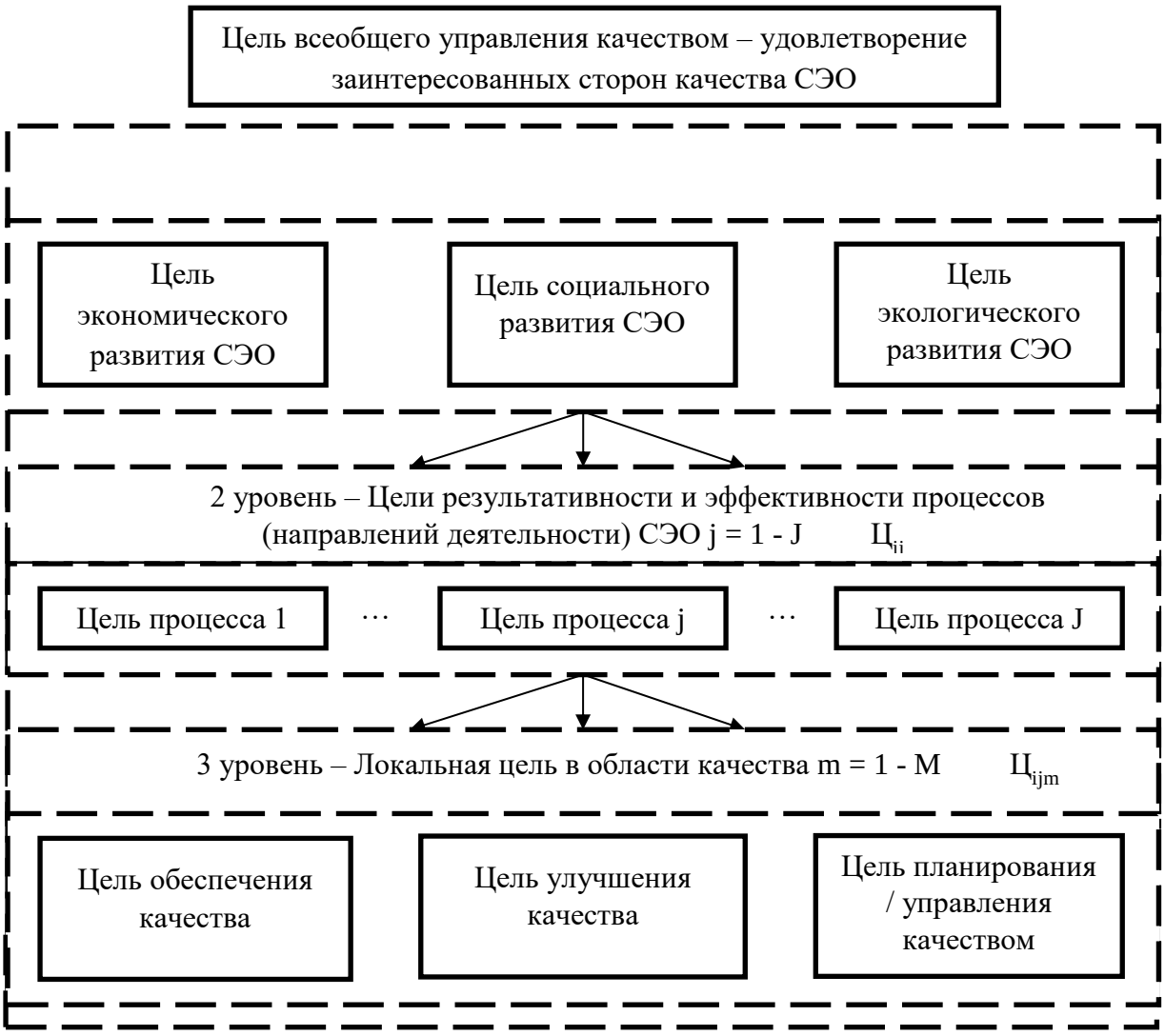


Рисунок 6 - Иерархия целей всеобщей и локальной стратегии качества СЭО *(авторский рисунок)*

Формирование целей общей стратегии происходит в соответствии с приоритетными целями стратегии организации за счет построения иерархии целей сверху – вниз.

Формирование целей второго уровня стратегии качества производиться на основе баланса целей всех направлений устойчивого развития СЭО, путем

применения принципа системы сбалансированных показателей (например, по модели BSC Нортона - Каплана [197]). Сбалансированная система целей - это взаимозависимость причинно-следственных связей с критериями оценки результатов и факторов их достижения.

Цели стратегии в обязательном порядке должны быть количественно измеримыми, ясными и достижимыми. Но при оценивании индикаторов качества могут возникнуть трудности, так как оценка таких показателей в корне отличается от измерения количественных и ценовых показателей [355]. Такой фактор, естественно, затрудняет процесс разработки стратегических целей.

Цель удовлетворенности заинтересованных сторон – это характеристика достижения определенного уровня удовлетворения для всех заинтересованных сторон (например, получение индекса удовлетворенности, измеряемого в %). В деятельности по СЭО удовлетворенность каждой заинтересованной стороны измеряется успехом ключевых потребностей, отвечающих их потребностям. Потребители должны получать товары (услуги) высокого качества по доступным ценам. Для инвесторов-акционеров важна абсолютная величина увеличения рыночной стоимости (капитализации) компании со стабильностью, скоростью и сбалансированным операционным риском. Партнерам – долгосрочное, взаимовыгодное сотрудничество, стабильный рост с минимальными рисками. Рабочие должны получать более высокие стимулы за свою работу. Общество заинтересовано в защите прав потребителей и инвесторов, защищая при этом интересы государства. Баланс многосторонних целей должен соблюдаться на основе общей стратегии, которая требует подхода к преодолению препятствий [353].

Цели, связанные с процессами, характеризуются достижением установленных показателей эффективности и результативности в абсолютных или удельных единицах. Цели улучшения качества характеризуются достижением определенных уровней свойств, которые обслуживают интересы сторон (продукты, процессы, организации) (например, повышение полезности новых свойств (%)).

Цель обеспечения качества характеризуется достижением определенного уровня отклонения показателя качества (продукта, процесса, организации) от определенного уровня (например, отсутствие отклонения или определенный процент отклонения). Индикатор величины отклонения является наиболее формализованным индикатором и может характеризоваться, например, размером, жалобами и другими отклонениями, связанными с качеством выпущенного продукта. Экономическая норма целей в области качества, как правило, заключается в достижении максимальной выгоды на рубль соответствующих инвестиций (снижение отклонений качества, повышение общего качества и удовлетворенность).

Стратегии качества обычно требуют создания набора целей СЭО {Yi} и {yj}, как представлено на рис. 5. Эти цели должны стремиться к оптимальному уровню в условиях динамического изменения требований, ресурсов и воздействий {X} с помощью комплексной системы управления качеством и метода контроля качества.

Всеобщая и локальная стратегии качества может формироваться согласно положениям, предложенным в работе [227], в том числе с проведением внешнего стратегического анализа стратегии качества. Сюда входят факторы макросреды, а именно политика, технологии, демографии и факторы микросреды, связанные с покупателями, конкурирующими субъектами, поставщиками и товарами.

Стратегический анализ деятельности СЭО в области качества. Внешняя среда деятельности СЭО – это совокупность всех внешних условий, влияющих на ее развитие. Цель стратегического анализа внешних факторов СЭО – определение среды и форм ее воздействия на СЭО для прогнозирования возможных угроз.

Макроокружение любого СЭО, влияющее на формирование возможностей и угроз для стратегии качества, включают укрупненно политическую, экономическую, социальную, технологическую и природно- экологическую составляющие. Внутри каждой составляющей возможно выделять подгруппы и

множество показатели, влияющих на деятельность СЭО в области качества, которые представлены в таблице 9.

Таким образом, в области геополитических тенденций нынешним этапом развития мирового политического процесса является рост напряженности, рост международных конфликтов, повышение риска терроризма и в то же время создание сообщества сотрудничества и взаимной поддержки. Современный этап жизни общества также характеризуется растущим стремлением к интеграции и глобализации. В случае с Россией политическими факторами являются продолжающаяся конфронтация между НАТО и Украиной, система санкций и, с положительной стороны, отношения между Китаем и БРИКС (BRICS - Brazil, Russia, India, China, South Africa). Благодаря выгодному развитию совместно с партнерами растет и влияние России на международной арене. Экономические тенденции характеризуются финансовым кризисом и стагнацией в Европе. Процесс развития глобализации можно охарактеризовать двумя способами: усреднение потребностей людей по всему миру, уменьшение национальных характеристик и урбанизация. Кроме того, как отметил руководитель МЭФ К. Шваб, с другой точки зрения, «глобализация спасла больше миллиарда человек от нищеты, но в существующей форме она больше не отвечает своим целям» [383]. В то же время существует глобальная тенденция, направленная на гармонизацию мирового экономического развития через устойчивое развитие сообщества. В области новых технологий прогресс науки и техники ускоряется. Прогресс же наблюдается в областях искусственного интеллекта, робототехники, биотехнологии, возобновляемых источников энергии, оцифровки и новых информационных технологий. С точки зрения демографии основными изменениями являются старение населения; рост населения из-за роста численности проживающих в развивающихся странах (Африка, Азия). В экологическом же аспекте – изменение климата, учащение стихийных бедствий, истощение основных природных ресурсов, истощение сельскохозяйственных земель, резкое увеличение отходов и т. д. Социальные факторы включают усиление социального неравенства и коммуникационный переворот [19].

Риск для человеческого развития является серьезной проблемой во всем мире. Вот почему Всемирный экономический форум (ВЭФ) в Давосе сообщает о глобальных рисках, включая категории геополитических, экономических, социальных, технических и экологических факторов [184]. В настоящее время одной из важнейших глобальных угроз являются: увеличение количество хронических заболеваний; ухудшение состояния окружающей среды; изменение климата; изменение роли ООН, НАТО и других надгосударственных организаций, поляризация общества; усиление общенациональных настроений; растущее неравенство доходов; растущее использование цифровых технологий; повышенная урбанизация и географическое перемещение населения.

Таблица 9 - Внешний макро - анализа среды для формирования стратегии качества СЭО

Составляющие макро - анализа	Состав факторов: возможностей при положительной динамики или угрозы при отрицательной динамике
Политическая составляющая	Политические международные и национальные тенденции, направленные на устойчивое развитие, качество государственного управления и качества жизни людей на земле; Политическая поддержка качества деятельности организаций, качества продукции, прозрачности бизнеса, социальной и экологической сбалансированности.
Экономическая компонента	Глобализация экономики; Глобальные мировые угрозы; Динамика экономик; Состояние финансовой системы, государственный долг; Бюджетная политик.
Социальная компонента	Динамика реальных доходов людей, безработицы, социальной справедливости.
Технологическая компонента	Динамика развития научно – технических достижений для повышения качества продукции и процессов.
Природно -экологическая	Природные процессы (потепление, вирусы и подобное); Динамика экологический обстановки.

Составлена автором

Основные внешние рыночные факторы, обуславливающие возможности и угрозы стратегии качества СЭО, включают факторы, связанные с требованиями покупателями, факторы, связанные с конкуренцией, факторы, связанные с

поставщиками и партнерами, факторы, связанные с товарами – заменителями и характеризуются показателями, представленными в таблице 10.

Таблица 10 - Содержание рыночного анализа для формирования стратегии качества СЭО

Факторы рыночного анализа	Состав факторов
Факторы, связанные с потребителями	Чувствительность потребителей к качеству и цене, лояльность счет фактора качества, удовлетворенность потребителем качеством; дифференцированные скрытые и явные потребности, связанные с качеством продукции, услуг, жизни человека.
Факторы, связанные с конкуренцией	Характер конкуренции и тип рынка, дифференциация продуктов по качеству, развитие неценовой конкуренции по качеству и надежности
Факторы, связанные с поставщиками и партнерами	Уровень стратегического партнерства в области качества, Тенденции в цепи поставок, стремление поставщиков к качеству поставок
Факторы, связанные с товарами – заменителями	Появление товаров – заменителей по соотношению цены и качества

Составлено автором

Внутренний анализ СЭО включает анализ потенциала (лидерского, стратегического, ресурсного) СЭО и результирующих показателей деятельности. Внутренняя среда СЭО включает факторы, подверженные контролю субъектом СЭО.

Сложность внутреннего анализа СЭО обуславливается множественными изменениями, связанными со структурными факторами производства и мироощущением самих людей. Так, П. Друкер отмечал, что управление организацией связано с поведением людей и человеческих институтов, вследствие этого управление и социальная вселенная могут постоянно меняться [170]. А.И. Пригожин, в своем исследовании современных тенденций организационного развития отмечает утрату контроля над организацией и усиление взаимозависимости компонентов организации, повышение неопределенности в функциональности, увеличение скорости изменений в организации, диалектику рисков для локальных и глобальных организационных систем [286].

Анализ внутренний среды СЭО предполагает изучение внутренних ресурсов и компетенции, сильных и слабых сторон деятельности СЭО и определение позиции среди конкурентов. Наиболее применяемыми методами внутреннего анализа являются, ресурсный и компетентностный подходы. Ресурсы — это база для осуществления деятельности, которые включают: финансовые, материальные (здания, инфраструктура, оборудования), человеческие (персонал), нематериальные (патенты, торговые марки, дизайн, бренды, информацию). Для устойчивого успеха в конкурентной среде ресурсы должны обладать следующими свойствами: неимитируемостью конкурентами, специфичностью, незаменяемостью, способностью к повышению доходов на рынке, готовностью потребителя платить за дополнительную пользу от ресурса. Однако конкурентные преимущества обеспечивается не только свойствами, количеством и стоимостью материальных ресурсов, но и имеющимися компетенциями, способностями, знаниями, умениями и подобным. Компетенции представляют собой набор взаимосвязанных знаний организации и применяемых технологий. Для достижения успеха, организация выделяет, ключевые компетенции, позволяющие предоставлять оригинальную, специфическую полезность потребителям. Ключевые компетенции способствуют неординарным преимуществам продуктов, снижению затрат, уникальности производства, постоянному совершенствованию. В связи с этим Г. Хэмел вывел три типа компетенций: связанные с входом на рынок; связанные с лучшей способностью справляться с задачами, чем конкуренты; связанные с функциональностью [337].

Также в научной литературе обоснован более комплексный подход на основе использования Европейской Модели делового совершенства как стратегического инструмента внутреннего анализа для разработки стратегии качества СЭО (данный инструмент используется для организаций и регионов, для общества такой инструмент может использоваться в некотором модифицированном виде), построенного на объективной оценке сильных и слабых сторон деятельности на базе которой построена модель самооценки [211], лежащей в основе Премии по Качеству. Данная модель состоит из девяти

критериев, разделенных на две группы: в первую группу – возможностей-входят:1 - лидерство руководства, 2 - персонал, 3 - политика и стратегия, 4 - партнерство и ресурсы, 5 - процессы, продукция и услуги, которые показывают, как и каким образом добиваются результатов в области качества, что делает для этого; во вторую группу показателей результатов входят:6 - удовлетворенность потребителей, 7 - удовлетворенность персонала, 8 - влияние на общество, 9 - результаты работы) показывающих, какие результаты достигнуты.

Самооценка СЭО – многостороннее и систематическое исследование функционирования СЭО по каждому критерию, которое способствует определению сильных и слабых сторон деятельности по отношению к уровню ведущих СЭО, и, соответственно, выявить задачи боты по совершенствованию своей деятельности в области качества.

Принцип применения модели самооценки для регионов представлен в работах И.И. Антоновой [26], которая рекомендует методологию формирования региональной системы всеобщего менеджмента качества, которая предполагает следующих элементов: целеполагание; теоретическое моделирование; применение базовой теории целеустремленных систем и практики управления проектами, обобщенных в международных и национальных стандартах; построение и реализация алгоритма создания и/или совершенствования системы [351;352]. Первым шагом проектирования И.И. Антонова рекомендует провести целеполагание, то есть на основе анализа сформулировать цели и обеспечивающие их задачи. Для описания региональной системы управления качеством и эффективностью И.И. Антонова предлагает использовать схематичную блочную модель, представленную на рисунке 7, ключевыми элементами которой являются направления по критериям модели Премии по качества.

Рисунок 7 – Модель региональной системы всеобщего управления качеством [26]

Где, 1 – ориентация на потребителя; 2 – лидерство; 3 – вовлечение персонала; 4 – системный подход; 5 – процессный подход; 6 – постоянное улучшение; 7 – подход к принятию решений на основе факторв; 8 – взаимовыгодные отношения с поставщиками.

Сильными сторонами СЭО для реализации стратегии качества, как правило, являются:

1. Высокий уровень ключевых компетенций СЭО для способности достигать высокого удовлетворенности всех заинтересованных сторон при устойчивом развития.

2. Достаточный ресурсный потенциал СЭО и для успешной реализации стратегии качества.

3. Высокий уровень управления цепочкой создания ценности, управления процессами, нацеленными на результат.

4. Сильное лидерство, принятые Политики и стратегии, а также мотивация работников.

Слабыми сторонами СЭО будет являться факт отсутствия всех перечисленных характеристик.

Стратегически всесторонний анализ может выявить стратегические альтернативы стратегиям качества СЭО и объединить информацию о внешней и внутренней среде на основе сильных и слабых сторон структурирования, потенциальных возможностей и угроз. Он основан на направлении СЭО в разработке стратегий качества путем сравнения сильных и слабых сторон деятельности СЭО с уровнем реагирования на возможности и угрозы, создаваемые внешней средой. На основе анализа разрабатываются стратегические альтернативы направлению развития стратегии качества. Альтернативы продемонстрированы в таблице 10.

Выбор стратегии качества СЭО. Выбор направлений стратегии качества СЭО должен производиться на основе логического анализа и расчетов оптимальности с учетом ограничений и рисков, связанных с фактором неопределенности. Первоначально производиться выбор уровня всеобщей и локальной стратегии качества на основе последовательности формирования состава стратегии качества посредством реализации следующего алгоритма (рисунок 8).

Рисунок 8 – Алгоритм формирования стратегии качества [61]

Следовательно, в СЭО может отсутствовать направление развития качества, и он может реализовывать один аспект общей или локальной стратегии качества. В лучшем случае следует использовать комплексный подход при разработке стратегии качества.

Выводы 1 главы

В параграфе 1.1 представлен анализ предпосылок развития стратегического менеджмента качества в современных условиях

Важнейшими тенденциями современности являются

- Стремление реализовать устойчивое развитие общества.
- Достижение высокого качества государственного управления,
- Повышение качества жизни.
- Снижение глобальных рисков
- Цифровизация

Все это определяет необходимость изменения стратегического менеджмента качества.

В параграфе 1.2 раскрыты положения развития Стр УК.

Стратегический менеджмент является общепризнанным направлением науки менеджмента с установившейся теорией, методологией и конкретными методами, применяемыми на практике. В работе представлен генезис развития категорий и методологии стратегического менеджмента, начиная от разработок Ансоффа и заканчивая представлениями современных исследователей. Центральной идеей стратегического менеджмента является нахождение (обоснование) такого направления или способов осуществления деятельности (соответствующих проектов, методов), которые обеспечат конкурентные преимущества и жизнеспособность организации в достижении намеченных целей.

Управление качеством является частью общего менеджмента, соответственно, стратегическое управление качеством (СтрУК) является частью общего стратегического менеджмента, наряду со стратегическим маркетингом, стратегическим финансовым, инновационным и другими стратегическими направлениями деятельности организации раскрыто понимание СтрУК социально – экономического объекта (СЭО) как самостоятельной области стратегического менеджмента, позволяющей найти пути и направления деятельности СЭО

в области качества для формирования конкурентного преимущества за счет фактора качества, выявить риски и экономическую эффективность таких направлений деятельности и сформировать оптимальную стратегию качества СЭО для устойчивого развития организации и достижения стратегических целей организации (общества).

В параграфе 1.2 сформирована теоретическая основа стратегического управления качеством СЭО, включающая такие основные элементы как политика и целеполагание в области качества; стратегический анализ (внешний и внутренний) факторов, обуславливающих деятельность в области качества; выработка стратегических альтернатив в области качества; формирование стратегии качества.

В параграфе 1.3 развиты положения по формированию стратегии качества и принято следующее:

1. Стратегия качества СЭО может иметь всеобщий и локальный характер; всеобщая стратегия качества нацелена на обеспечение оптимального сбалансированного развития СЭО; локальная стратегия качества выражается в ее функциональном направлении и в реализации проектов в области качества.

2. Представлена концептуальная модель формирования стратегии качества, определяющая взаимосвязи характеристик входных и выходных потоков, позволяющая формировать оптимальную стратегию на различных уровнях.

3. Представлен алгоритм последовательности формирования стратегии качества, в котором показано, что в определенных условиях стратегия качества может вообще не создаваться в СЭО или реализовываться в различных аспектах всеобщей и локальной стратегии.

Представлены теоретико - методологические основы формирования стратегии качества для СЭО по всем основным элементам стратегического менеджмента качества. Ключевой позицией в определении СКО является целеполагание и механизм выбора стратегии.

.

ГЛАВА 2. ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ

2.1 Формирование оптимальной стратегии качества на основе моделирования

Несмотря на то, что общие определения понятия качества продукции и услуг сделаны еще в конце прошлого века известными специалистами в области качества Г.Г. Азгальдовым, В.В. Окрепиловым, Е.А. Горбашко современные вызовы экономического развития России заставляют постоянно возвращаться к этому вопросу [15;16;17;149;150;262;263]. Так, возникшая проблема импортозамещения и импортоопережения выводит необходимость достижения в процессе проектирования и производства продукции оптимального качества.

Понятие оптимального качества продукта или системы исследовано уже давно. Так в рамках совместного исследования автора с Л.В. Виноградовым и Семеновым В.П., понятие оптимального качества (продукта, процесса, деятельности) сформулировано как «достижение наилучших (заданных) параметров изделия при минимальных (заданных) затратах». Определение понятия оптимального качества объекта можно записать математически как:

$$\begin{cases} Z_t = \text{затраты на качество} \rightarrow \min \\ Y_k = f(Y_{k2}, \dots, Y_{ki}, \dots, Y_{kn}) \rightarrow max \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} Z_t = \text{затраты на качество} \rightarrow const \\ Y_k = f(Y_{k2}, \dots, Y_{ki}, \dots, Y_{kn}) \rightarrow max \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} Z_t = \text{затраты на качество} \rightarrow \min \\ Y_k = f(Y_{k2}, \dots, Y_{ki}, \dots, Y_{kn}) \rightarrow const \end{cases} \quad (3)$$

где – Ук - многопараметрический показатель качества реализуемого в момент времени *t*;

Похожий подход к оптимальному уровню качества представлен в работе В.Г. Самойловича [305], который отметил, что многообразие свойств, составляющих качество машин, сложность выбора наилучшей совокупности этих свойств, - удовлетворяющих потребности, определяет необходимость постановки задачи оптимизации уровня качества машин. Оптимальный уровень качества

будет определяться такой совокупностью существенных свойств машины, которая в наибольшей степени удовлетворяет принятым критериям оптимальности и системе ограничений. В этой связи возникает задача выбора такого обобщенного показателя; который позволял бы оценивать уровень качества машин и мог бы использоваться как критерий оптимизации уровня качества. При этом, как показано в диссертации, в качестве ограничений могут использоваться нормативные социальные и экологические требования, а также некоторые локальные требования, например, такие как ограничения по ресурсам. В диссертации В.Г. Самойловича [305], сформулированы и обоснованы требования, которые должны отвечать обобщенная характеристика уровня качества машин: она должна отражать в себе существенные свойства машины, быть безразмерной (поскольку уровень качества есть относительная характеристика), должна быть универсальной (т.е. применимой для оценки уровня качества машин различного типа одного и того же функционального назначения), ее росту должен соответствовать рост эффективности общественного производства как конечный результат повышения уровня качества машин. Проведенные в диссертации В.Г. Самойловича [305], исследования позволили сформулировать основные принципы формирования системы прогнозирования оптимального уровня качества машин:

- всестороннее исследование машины и прогнозного фона на основе системного анализа, выделение наиболее существенных внутренних и внешних факторов; выявление основных закономерностей развития малин; определение обобщенных характеристик системы "машина - прогнозный фон";

- выявление основных условий реализации результатов прогноза уровня качества машин и формирование на этой основе ограничений к прогнозной модели;

- отбор, систематизация, проверка я анализ исходной информация;

- использование системы методов прогнозирования, дополняющих друг друга, что позволяет осуществлять прямую верификацию прогноза уже в процессе его разработки;

- моделирование вариантов прогноза уровня качества машин (различных вариантов структурных схем машины и параметров элементов) ;

- использование критериев. оптимизации для оценки вариантов прогноза уровня качества машин;

- обеспечение условий для автоматизации и непрерывности процесса производства прогноза и возможностей для сопряжения системы прогнозирования оптимального уровня качества машин с автоматизированными системами научных исследований (АСНИ) и проектирования.

В работе В.В. Мирошников предлагается концепция гармонической целостности композиции показателей качества оптимизируемого объекта (СМК - процесс - продукция) и построенные на ее основе математические модели задач оптимизации менеджмента качества [248].

Формализация описания процессов СМК сталкивается с трудноразрешимыми проблемами, связанными с многомерностью, неопределенностью и нечеткостью менеджмента качества. Поэтому для решения этих проблем автором предложена в рамках принципа «Системный подход к менеджменту» следующая системная модель сети взаимосвязанных процессов менеджмента качества [248]:

$$< S, R, W, U >, \quad (4)$$

где S - граф, вершины которого соответствуют процессам, представленным в виде одной из математических конструкций: FR - фрейм, MA - интеллектуальный агент, NM - нечеткое множество, а дуги - отношениями между взаимосвязанными процессами, которые формализованы в виде FR или MA или NM;

R - правила вывода на графе S, т.е. правила построения процесса моделирования при решении конкретной задачи;

W - описание внешней среды в виде нулевой конструкции;

U - методика (набор правил) описания процесса в виде конструкции FR или MA, или NM.

Поэтому для облегчения поиска методов ее решения, методической концепцией системной оптимизации менеджмента качества, предлагается разделить (декомпозировать) общую задачу оптимизации на следующие три задачи в соответствии с иерархическими уровнями структурного деления системы качества:

1. Оптимизация системы менеджмента качества (в целом).

2. Оптимизация процессов менеджмента качества.

3. Оптимизация продукции как результата процесса менеджмента качества.

Понятие оптимальной стратегии качества более сложное. **Авторское понимание оптимальной стратегии качества** основывается на сформулированной автором в п.1.3 векторного представления параметров стратегии качества социально – экономического объекта, включающего векторы, полученные с помощью как объективных, так и субъективных методов исследуемого процесса:

X1={X1n} вектора внешних требований к качеству;

X2={X2k} – вектора ресурсов для реализации стратегии качества;

X3={X3m} вектор внешних воздействий на качество;

y={yj} вектор целевых результатов локальных стратегий качества;

Y ={Yi} – вектор целевых результатов всеобщей стратегии качества;

Традиционно применяемые методы оценки качества социально-экономических объектов строились либо на основе сугубо объективных методов исследуемых процессов (например, дифференциального, комплексного и др.), либо чисто субъективных (экспертных: путем ранжирования, сопоставления и др.).

Как показано в работах автора, получаемые этими методами оценки представляли сворачивание разных по характеру и измерению параметров в

единый скаляр, что априори исключало возможность получения оптимального решения. Предлагаемый подход разработан именно для цели построения стратегии оптимального качества позволяющий оценить вклад и влияние каждого метода в получение требуемого результата.

Практические результаты использования этой стратегии, полученные автором, приведены в п.4.2.

Оптимальную стратегию качества СЭО автор будет понимать как стратегию, направленную на максимально возможные результаты в области качества при динамическом изменении требований и внешних воздействий в условиях ограниченных ресурсов.

Таким образом **оптимальная стратегия качества** требуют создания набора целей СЭО {Yi} и {yj}, которые должны стремиться к оптимальному уровню в условиях динамического изменения требований и условий, и ограничений ресурсов {X}

Модель формирования оптимальной стратегии качества:

$$f(Yi, yi, \mathrm{X1}, \mathrm{X3}) \rightarrow max, \quad (5)$$

$$\mathrm{f(X2)}\ ) \leq \mathrm{R_{max}} \quad (6)$$

где – $f(Yi, yi\ \mathrm{X1}, \mathrm{X3}) -$ целевая функция результатов стратегии качества в зависимости от внешних требований и воздействий;

Rmax – ограниченные ресурсы.

Методы оптимизации качества широко применяются, как и на российских предприятиях, так и на зарубежных. Данные способы помогают эффективно производить продукцию высококачественную продукцию, а также достигать высоких экономических показателей, что помогает организации быть конкурентоспособной и выходить на мировой рынок. Методы оптимизации качества помогают достичь автоматизированного процесса производства, а также способствуют уменьшению количества забракованной продукции. Данные способы в каждом предприятии внедряются в зависимости от специфики производственной деятельности. Методы оптимизации качества постоянно

улучшаются и увеличиваются в количестве, поэтому для различных организаций есть определенные методологии, которые могут применяться на конкретном производстве. В некоторых стандартах также существуют принципы, в которых содержится информация о способах обеспечения качества [246].

Учитывая сложности построения стратегии качества исследуемых процессов, вызываемые их динамичностью, наличием множества коррелирующих параметров, многие из которых стохастичны и являются объектами нечисловой природы автором в качестве основного для проведения формализации выбран системный анализ, широко применяемый в настоящее время для решения подобных задач.

Системный подход (Системный анализ, синтез, моделирование) представляет собой синтетическую дисциплину, разрабатывающую способы исследования разнообразных сложных систем при нечетко поставленных целях.

Такой подход необходим для определения научно обоснованных программ действий с учетом не только объективной, но и субъективной информации. При системном анализе используются математический аппарат теории исследования операций, в том числе и компьютерную имитацию, и методы неформального анализа. Методы системного анализа представляют собой способы выбора одного варианта решения. Для этого исследователь пытается свести несколько несопоставимых факторов к одному.

Описание системы с помощью многих переменных, заданных качественно или имеющих различные единицы измерения, является векторным. Каждая компонента вектора будет меняться при замене одного варианта другим, и каждая возможность может быть описана своим вектором.

При выборе наиболее желательного решения (единственный фактор – желательность) необходимо совершить операцию по преобразованию вектора в скаляр. Основным блоком в этом подходе является математическое моделирование, реализующее на практике формализованный подход к решению проблемы управления сложной бизнес-системой.

На этапе моделирования качественное описание проблемы переходит в количественное. На этом этапе возникают функциональные зависимости между переменными. Для каждого набора входных данных определяются выходные данные системы. Исходя из общих принципов системного анализа и с использованием его инструментов автором предложена общая схема алгоритма определения оптимальных целевых параметров стратегии качества (рисунок 9).

Рисунок 9 – Общая схема алгоритма формирования стратегии качества организации (авторский рисунок)

Как видно из приведенного алгоритма центральную роль играет блок математического моделирования. Качество модели оценивается оптимальным сочетанием двух факторов: реализмом и простотой.

Существующие в настоящее время математические модели поиска разбить на четыре большие группы:

1) детерминированные;

2) цифровые (стохастические, нейросетевые);

3) экспертные (традиционные и с применением искусственного интеллекта);

4) комбинированные.

Разработанные модели должны быть комплексными, так как с помощью них необходимо учесть большое количество критериев, которые помогут проанализировать качество товара до их реализации. Чаще всего для построения детерминированной модели используется линейное программирование, позволяющее оптимизировать применение ресурсов, которые почти всегда ограничены. Взаимосвязь между критериями в данном случае линейная. При создании системы менеджмента качества необходимо выбирать экономически обоснованные критерии, при этом производится минимизация затрат на проектирование, создание и поддержку системы менеджмента качества при сохранении высокого качества.

В стохастическом анализе качества продукции применяются методы статистики парной и множественной взаимосвязи показателей.

Экспертный метод построения модели оптимизации качества предполагает формирование группы экспертов, обладающих глубокими знаниями о производственном процессе. Далее с помощью различных методов согласования экспертных оценок определяется общее мнение. Первоначально общее мнение определялось с помощью суммы рангов, но постепенно все чаще стали использоваться более прогрессивные методы, например, медианы рангов, медианы Кемени или согласования кластеризованных ранжировок [275].

К классу комбинированных моделей оптимизации качества следует отнести метод эволюционных поправок – совокупность способов оптимизации качества выпускаемой продукции с помощью экспериментального варьирования условий производства и анализ результатов производственной деятельности [239;336]. Данный метод предложили Бокс и Уилсон, и этот способ оптимизации качества

широко применялся в химической отрасли, при помощи которого рассматривалось улучшение качества выхода процесса, в котором контролируются время, температура, материалы и их вес, а также степень загрузки. На первом этапе условия периодически меняются, делается это для того, чтобы определить улучшается качество выхода процесса или, наоборот, ухудшается. На данной ступени наблюдаются различные расходы, которые впоследствии оправдываются на следующей стадии. На втором этапе все полученные данные систематизируются и определяется норма каждого показателя. Эта процедура циклична, т. е. осуществляется до тех пор, пока не будет выявлен оптимальный уровень.

К этому классу моделей можно отнести и метод условной оптимизации – заключается в выборе определенного показателя, являющегося ключевым для предприятия. Затем составляется таблица, главным критерием которой является ранее выбранный показатель, далее добавляются показатели, связанные с ключевым критерием, и проводится анализ. Оцениваются критерии с помощью количественных шкал, например, от 1 до 5: 1 – «очень плохо», 2 – «плохо» и т.д. После оценки определяют наиболее подходящий вариант. Вышеперечисленные методы необходимо применять периодически, так как условия рынка меняются, и тот товар, который был высокого качества в один промежуток времени, то в другом может быть среднего или даже плохого качества. Те действия, а в нашем случае, способы оптимизации качества, которые постоянно повторяются, являются процессами, у которых должны быть владельцы, т. е. сотрудники или отдел. Поэтому должна быть последовательность операций (деятельность, направленная на внедрение методов оптимизации качества), далее необходимо проводить мониторинг всех показателей производственного процесса. Если над этим работает отдел, то круг лиц должен быть четко определен, так как за каждым будут закреплены различные функции (анализ экономических показателей, контроль качественных показателей и т.д.).

В последние годы огромное внимание уделяется внедрению цифровых методов анализа и принятия решений во все направления человеческой деятельности. Не осталась в стороне экономика и менеджмент – на каждой научно-практической конференции организуется если не направление, то обязательно специальная секция, посвященная внедрению методов «цифровой экономики». Особенно много внимания уделяется недавно появившемуся основному ее инструменту – искусственному интеллекту, главным методикой которого является методика построения и анализа искусственных нейронных сетей, большой вклад в его применении в задачах науки о качестве внесли отечественные ученые.

Безусловно, в этом есть определенный прогресс, заключающийся в скорости принятия управленческих решений за счет применения формализуемых математических методов: типа линейного, нелинейного и динамического программирования; вероятностных и статистических методов, например метода Монте-Карло и целого ряда других. Особое внимание в работах российских ученых и специалистов в области цифровой экономики уделяется такому виду цифровых методов как-имитационное моделирование, реализующее на практике цель создания цифровых двойников [48;123;159;160;220;344].

Под имитацией понимается численный метод проведения машинных экспериментов с математическими моделями, описывающими поведение сложных систем в течение продолжительных периодов времени. Основные принципы имитации:

1. численный метод, который используется в случае аналитических методов исследования данной модели;

2. имитация на компьютере – это эксперимент, когда вместо природного процесса используется модель, запрограммированная на компьютере. При этом необходимо оптимальное планирование эксперимента и обработка его результатов;

3. компьютер лишь ускоряет процесс эксперимента и уменьшает возможность допущения ошибки;

4. машинная имитация позволяет исследовать поведение модели как в определенный момент времени (статическая имитация), так и в течение продолжительных периодов времени (динамическая имитация).

Имитационная система – это совокупность модели, имитирующей изучаемое явление и запрограммированное в компьютере, системы внешнего математического обеспечения и системы внутреннего обеспечения.

Имитационная модель – это формализованное описание в компьютере изучаемого явления во всей доступной полноте.

Внешнее математическое обеспечение – это совокупность упрощенных моделей явлений и методов анализа этих явлений. Оно призвано облегчить работу с имитационной моделью и ориентирует исследователя при выборе тех или иных решений. Внутреннее обеспечение системы – набор программ и устройств, реализующий успешный диалог человека и компьютера. При статической имитации расчет повторяют несколько раз в различных условиях проведения эксперимента. При динамической имитации проводят расчет в течение продолжительных периодов времени без изменения условий.

Большинство имитационных экспериментов с моделями систем являются стохастической имитацией в противоположность чисто детерминированной имитации. Если стохастические величины включить в модель, то с помощью имитационного эксперимента можно сделать выводы о поведении рассматриваемой системы в целом, основанные на вероятностном распределении этих случайных величин (метод Монте-Карло). При детерминированной имитации случайные возмущения отсутствуют и их влияние не учитывается.

Таким образом, имитационная система представляет собой компьютерный аналог сложного реального явления. Она позволяет заменить эксперимент с реальным процессом экспериментом с математической моделью этого процесса в компьютере, особенно если реальный эксперимент слишком дорог или

невозможен. Модель является абстракцией некоторой реальной системы и применяется для прогнозирования и управления. С ее помощь можно проследить, как влияют изменения одного или нескольких аспектов имитационной системы на другие или систему в целом.

Как показывает современная действительность, далеко не все ситуации в экономике и менеджменте можно проанализировать с помощью имитационного моделирования, даже на суперсовременном квантовом компьютере. Тем более если говорить об оптимальности получаемого решения. Оптимальность в человеческом смысле – всегда будет понятие субъективное и во многих случаях не подвергающееся неформализованному анализу. Такие задачи решались и решаются с помощью комплексной методики системного анализа (или набора его элементов), которая представляет собой разумное сочетание неформализованных и формализуемых методов.

Несмотря на то, что методика системного анализа уже применяется при создании и управлении грандиозными бизнес-проектами уже более 50 лет (например, в большинстве проектов NASA), все же довольно часто случаются промахи, приводящие к существенным экономическим потерям. На наш взгляд, это связано с тем, что принятие важнейших решений отдается на откуп формализуемым методам типа имитационного моделирования на цифровых моделях. В данном случае необходимо учитывать, что какой бы точной математическая методика не была, точность итоговой модели будет определяться точностью задаваемых граничных или начальных условий. А как показывает опыт, она не превышает 15–20%.

Так, необходимо заметить, что сверхпопулярный метод построения нейронных сетей для анализа регрессионных зависимостей по схеме «обучения с учителем» также не позволяет получать оптимальное значение параметров моделируемого процесса, так как может лишь приближать результаты к ранее полученным. Или, другими словами, «какой учитель, такой и результат».

Все вышесказанное послужило основанием для разработки схемы улучшенной методики определения оптимальных параметров стратегии качества, в которой формализуемые и неформализуемые методы сбалансированы и дополняют друг друга.

Современная практика показывает, что не все управленческие и экономические ситуации поддаются строгой формализации средствами цифрового моделирования, особенно при наличии субъективных факторов. В подобных условиях эффективным инструментом выступает комплексный системный анализ, сочетающий формализованные и неформализованные методы, что позволяет повысить обоснованность принимаемых решений. В диссертации предложена концептуальный алгоритм определения оптимальных целевых параметров стратегии качества организации, в которой формализуемые и неформализуемые методы сбалансированы и дополняют друг друга (рисунок 10).

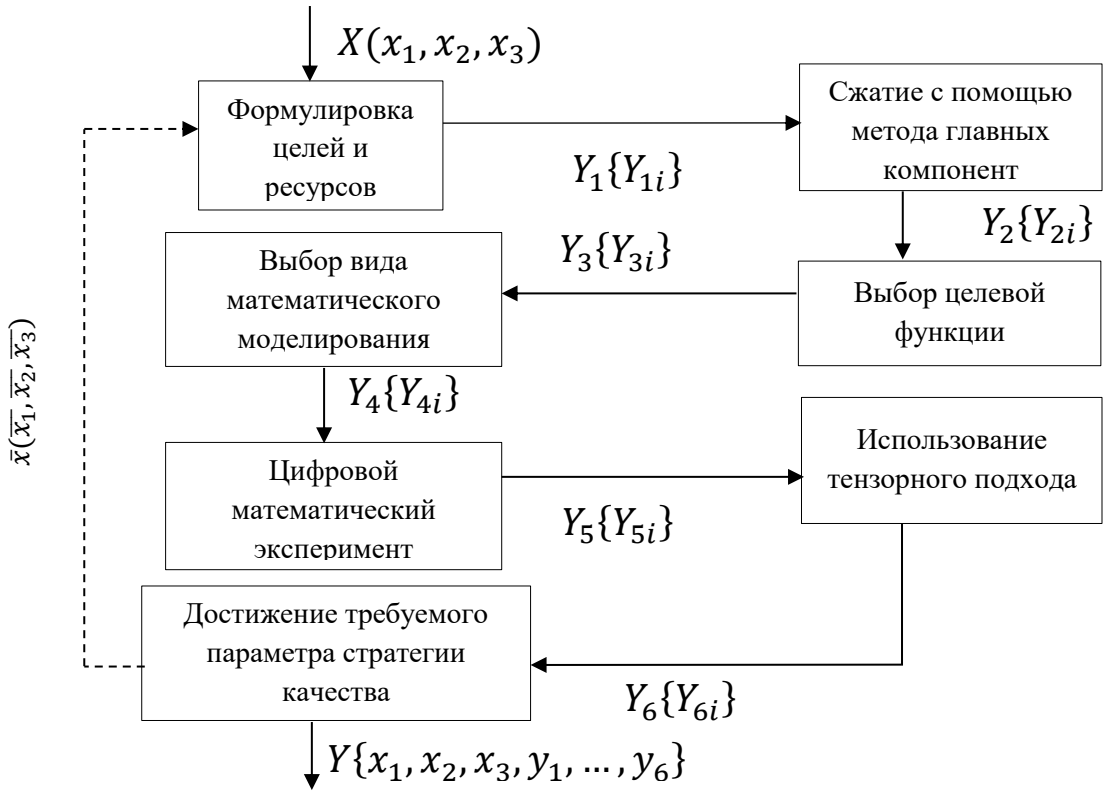


Рисунок 10 - Концептуальный алгоритм формирования параметров стратегии качества организации на основе цифровых методов и моделей

(авторский рисунок)

Этапы алгоритма включают:

1. Алгоритм реализации предлагаемой модели (рисунок 10) начинается с формулировки целей и ресурсов стратегии качества разработки системы и выбор совокупности критериев ее характеризующих;

2. Далее производится определение перечня параметров обеспечения качества и накладываемых на них ограничений. Для ухода от излишних и коррелирующих латентных параметров производим их сжатие с помощью метода главных компонент;

3. После этого решаем вопрос о выборе целевой функции соответствующей исследуемой системе входных и выходных переменных;

4. В соответствии с результатами произведенного ранее анализа выбираем вид математического моделирования исследуемого объекта и построения его целевой функции;

5. С построенной моделью производится планируемый дробный цифровой математический эксперимент в интересующей нас области изменения параметров процесса, позволяющий для каждого варианта реализации процесса найти соответствующие оптимальные значения;

6. Далее с использованием тензорного подхода, статистики нечисловых множеств первого и второго типа и нечеткой логики производится многокритериальный анализ полученных параметров построенного ранее и проверенного на адекватность цифрового двойника исследуемого объекта и нахождение совокупности оптимальных с точки зрения стратегии качества решений;

7. Далее с помощью команды экспертов или используя код, полученный в ходе машинного обучения, производится неформализуемое принятие решения о управленческих, технических и технологических действиях для достижения требуемой параметров стратегии качества.

У – итоговый вектор целевых результатов всеобщей стратегии качества, компонентами которого являются вектора параметрических внешних требований

к качеству; вектора ресурсов для реализации стратегии качества, вектор внешних воздействий на качество и вектор целевых результатов локальных стратегий качества.

В случае неудовлетворенностью экспертами значениями результирующих критериев стратегии качества, действия по схеме настоящего алгоритма повторяются, но уже с новыми значениями вектора входных параметров.

Этапы реализации этой схемы при решении различных оптимизационных практических задач достаточно подробно описаны в работах автора и использованы при решении ряда практических задач [105].

2.2 Тензор качества и нейронные сети

XXI век – век торжества квантовой механики. Ее основные постулаты и поддерживающие их математические модели, принятые в начале прошлого века, такие как нелинейность пространства, суперпозиция свойств объектов измерения, квантовая запутанность и другие, служат не только для описания процессов микромира, а давно уже перешли на макроуровень и широко применяются в повседневной действительности [71].

В то же время в экономике, в ее области, занимающейся управлением качеством, для оценки качества процессов или услуг применяются математические модели, соответствующие еще доньютоновскому периоду – нахождение среднеарифметических, среднегеометрических и прочих средних значений [119].

Так, один из сложнейших для анализа критериев – критерий «Уровень качества», определяющийся целым комплексом разных по размерности и смыслу параметров, грубо сворачивается в скалярный показатель, лишенный смыла и размерности, и по нему делается вывод о превалировании качества одной продукции над другой [118;121]. Понятно, что результат такой оценки может быть далек от истины. И, может быть, именно в этом заключается причина появления

большого количества продукции и услуг, которые не удовлетворяют потребителя [81].

Также необходимо учитывать и стохастический характер многих показателей и их латентность. Все это говорит о том, что нужна новая математическая модель для определения критерия качества, которая бы соответствовала современным представлениям о окружающей нас действительности.

Математическая база для такой модели существует, причем уже давно и разработана она специально для математической экономики [30] – это тензорный анализ. Многопараметрический критерий качества исследуемого объекта в тензорном виде можно представить как положительный тензор второго ранга:

$$Y = \|y_{ij}\|, \tag{7}$$

где Y – тензор качества;

y_{ij} – компоненты тензора качества.

Если частные значения элементов этого тензора соответствуют стохастическому процессу с состояниями описываемого процесса, пронумерованными как $1,2 \ldots N$, существующими в моменты времени $t = 0, 1, 2 \ldots$, и существует фиксированная вероятность того, что система, находящаяся в состоянии j, перейдет в состояние i в момент времени $t+1$ [81]:

$$y_i(t+1) = g_i\big(y_1(t), y_2(t), \ldots, y_N(t)\big), \tag{8}$$

где $y_i(0) = c_i, i = 1,2, \ldots, N$.

Этому тензору будет соответствовать марковская матрица

$$M = \|m_{ij}\|, \tag{9}$$

где m_{ij}– вероятность того, что тензор качества Y**,** описывающий состояние j исследуемого процесса, соответствующего моменту t, перейдет в момент времени $t+1$ в состояние i.

При этом налагаются следующие условия:

$$m_{ij} > 0 \text{ и } \sum m_{ij}=1, \text{ где } j = 1, 2, \dots, N. \quad (10)$$

Если компоненты тензора качества друг от друга не зависят, то тензор преобразуются в положительный вектор (тензор первого ранга).

При этом, если компоненты вектора расположены горизонтально, то имеем вектор-строку:

$$Y = (y_1, y_2, \dots, y_n) \quad (11)$$

При вертикальном расположении компонент получаем вектор-столбец:

$$Y = \begin{Vmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots\dots \\ y_n \end{Vmatrix} \quad (12)$$

То есть вместо тензора качества, мы получаем обычный вектор качества исследуемого объекта [118].

В более ранних работах авторы обходились определением вектора – столбца критерия качества [121]. Для этого с помощью метода главных компонент при обработке массива статистической информации об анализируемом процессе исключались многочисленные латентные переменные и осуществлялся переход к нескольким независимым. При этом, правда, погрешность получаемых в дальнейшем оценок могла составлять до 15–20% [81].

Получаемые с использованием этих главных компонент уравнения регрессии могли использоваться в оптимизационном исследовании функции вектора критерия качества для получения оптимального вектора качества:

$$f(y) = f(u_1, u_2, \dots, u_n), \text{ в виде } \nabla f(u_1) = 0. \quad (13)$$

Учитывая, что аппроксимация уравнением регрессии приводит к сглаживанию получаемой поверхности многомерного пространства, то при этом велика вероятность пропуска глобальной точки экстремума, а значит, можем получить параметры, далекие от оптимальных. Чтобы как-то уменьшить погрешность, вызываемую этими действиями, можно разбить область аппроксимации на отдельные зоны с однородными значениями функций отклика,

получить в них регрессионные сплайн-функции, сшить в единую и провести оптимизацию. Но и сами эти манипуляции также могут дать дополнительную погрешность.

Также для решения задачи многокритериальной оптимизации по найденным значениям всей совокупности тензоров критерия качества можно применить уже хорошо зарекомендовавший себя на практике метод попарного сравнения, когда строится множество соответствующих матриц парных сравнений [71]. Для этого в иерархии выделяют элементы двух типов: элементы-«родители» и элементы-«потомки». Элементы-«потомки» воздействуют на соответствующие элементы вышестоящего уровня иерархии, являющиеся по отношению к первым элементами-«родителями». Матрицы парных сравнений строятся для всех элементов-«потомков», относящихся к соответствующему элементу-«родителю». Элементами-«родителями» могут являться элементы, принадлежащие любому иерархическому уровню, кроме последнего, на котором расположены, как правило, альтернативы. Парные сравнения проводятся в терминах доминирования одного элемента над другим. Существенным ограничением данного метода является субъективность при бальном выборе предпочтений.

Поэтому необходимо применять метод математического моделирования, позволяющий учесть взаимное влияние всех параметров описываемого процесса друг на друга. И безусловным лидером в этом направлении является метод построения искусственных нейронных сетей, являющийся стержнем методики искусственного интеллекта.

Понятие нейросетей появилось в результате изучения работы мозга человека и подходов по моделированию процессов происходящих в нем. Первые теоретические исследования по данной теме были проведены в 1940-е годы, но первая практическая попытка разработки нейронных была осуществлена в 1958 году Ф. Розенблаттом.

Нейросети состоят из следующих основных элементов:

– нейроны входного слоя, осуществляющие прием сигналов;

– синапсы определяющие веса связей между входными и скрытыми нейронами;

– нейроны скрытого слоя, осуществляющие преобразование сигналов;

– аксоны, обеспечивающие связь скрытых и выходных нейронов;

– нейроны выходного слоя.

Методика построения и обучения нейронных сетей включает в себя ряд этапов.

1. Определение и сбор входных и выходных переменных процесса необходимых для построения нейронной сети.

2. Обработка данных.

3. Выбор типа анализа.

4. Настройка параметров обучения нейронной сети.

5. Настройка параметров нейронной сети.

6. Обучение нейронной сети.

7. Анализ адекватности полученной нейросети.

На рисунок 11 представлен общий вид архитектуры нейронных сетей.

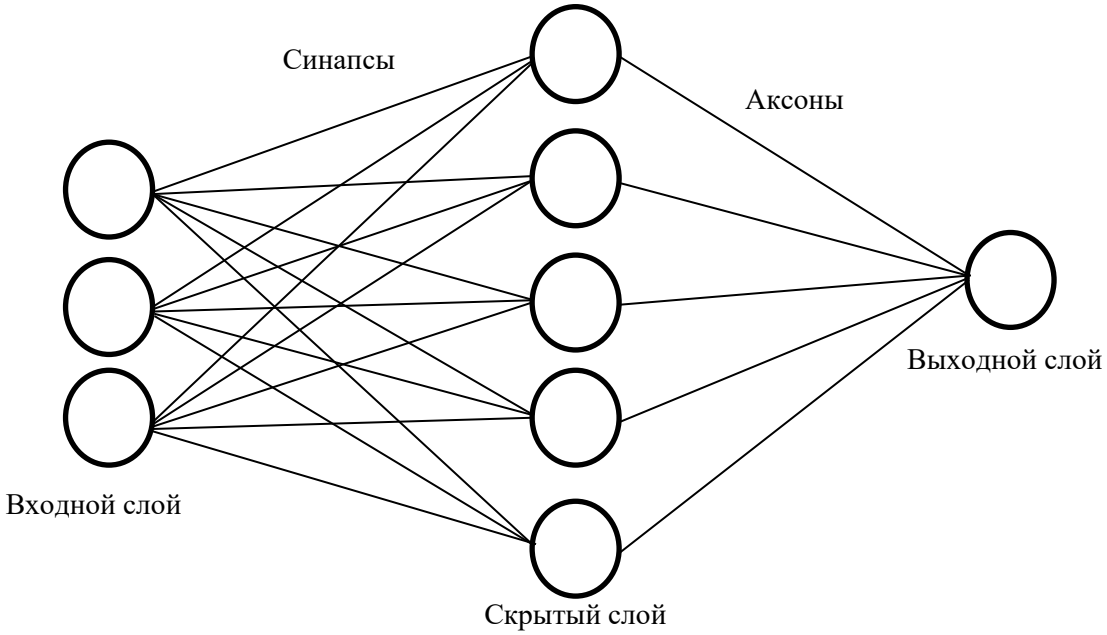


Рисунок 11 – Архитектура нейронной сети

На первом этапе определяются параметры процесса, осуществляются их сбор и обработка, при этом полученные данные должны достоверно отражать процесс, показывать существующее состояние процесса, быть согласованными и не противоречь друг другу.

Далее полученные параметры приводят в вид, наиболее подходящий для обучения нейронной сети. Данные группируются в обучающие пары, т. е. их группируют таким образом, что входные и выходные переменные имеют по одному значению в обучающей паре каждый, при этом все данные соответствуют определенному промежутку времени.

Для повышения производительности нейронной сети может быть повышено ее восприятие. Выделяют несколько возможностей по повышению восприятия нейросети:

– дискретизация непрерывных значений;
– приведение размерности данных к общему значению;
– удаление лишних, шумовых данных.

На следующем этапе выбирается тип анализа, соответствующих целям и задачам исследования и используемым данным. Выделяют два основных вида анализа: регрессия и классификация. Регрессия предназначена для решения задач с непрерывными значениями переменных, а классификация направлена на выявление определенных значений, которые принадлежат определенному классу объектов.

Настройка параметров обучения и нейронной сети может осуществляться вручную либо при помощи специальных программных средств, в которых можно задавать как собственные параметры или выполнять автоматизированную настройку, при которой программа сама определяет наиболее подходящие параметры нейронной сети.

Далее происходит выбор параметров обучения. На этом этапе определяется процент случайной обучающей, тестовой и контрольной выборки или каждая из

выборок определяется вручную. Указывается количество нейросетей, которые надо обучить. Определяется скорость, с которой происходит обучение.

На следующем этапе осуществляется настройка различных параметров нейросети, таких как тип нейронной сети, количество слоев, свойства нейронов, количество и типы связей. Также указываются возможные функции активации для скрытых и выходных нейронов. Функции активации предназначена для приведения размерности данных к общему значению, в результате чего повышается качество сети.

После того, как были заданы все необходимые настройки, происходит обучение нейронных сетей. При этом происходит просмотр с помощью нейросети обучающей выборки, полный круг просмотра обучающей выборки является эпохой. После просмотра обучающей выборки осуществляется вычисление ошибки обучения и происходит это до того момента, пока ошибка снижается. Существуют два основных подхода к обучению нейросетей – обучение с учителем и обучение без учителя.

При обучении с учителем имеется заранее определенный набор данных с входными и выходными параметрами определенного процесса. Происходит обработка входных сигналов и получение выходных данных, которые в дальнейшем сравниваются с уже известными, и вычисляется ошибка, после чего регулируются веса значимости в синапсах. Этот процесс продолжается до тех пор, пока ошибка не достигнет минимального значения.

При обучении без учителя имеются только входные параметры, нейронная сеть пытается найти выходные значения, самостоятельно используя некоторые алгоритмы. Чаще всего такой способ применяется при классификации различных объектов.

После того как нейросеть была построена и обучена, проводятся проверка и анализ нейронной сети на адекватность. Проверка осуществляется с помощью введения параметров, не применявшихся в обучении, после чего сравниваются фактические результаты с теми, что выдает нейронная сеть. Также для анализа

нейронной сети могут быть построены различные графики и выданы различные показатели.

Безусловным ограничением к применению данной методики многокритериального выбора при оценке качества процесса, продукции или услуги является то, что увеличение значений показателей, составляющих тензор комплексного критерия качества, должно соответствовать улучшению качества оцениваемого объекта. Обученные нейронные сети могут применяться при решении задач, которые требуют сложных взаимосвязанных аналитических вычислений.

На современном этапе развития науки и промышленности, а также с ростом конкуренции возникает необходимость в автоматизации как непосредственно производства, так и системы управления им. В сложившейся ситуации может выручить сильно продвинувшийся в теоретическом и практическом плане искусственный интеллект, а в частности нейронные сети.

Первые попытки развития теории искусственных нейронных сетей приходятся на середину прошлого века, но по ряду объективных причин были заморожены на продолжительное время. В конце прошлого века вспыхнул новый интерес к нейросетям, вследствие чего было создано множество способов их проектирования и использования.

В современных условиях для формирования оптимальной стратегии качества должно быть использовано большое количество данных, статистические базы социально-экономического развития страны, регионов Российской Федерации и организаций.

Среди технологий построения оптимальной стратегии качества развития большую роль приобрели технологии машинного обучения [77]. Существует множество алгоритмов машинного обучения [287], в том числе наиболее распространенные, такие как:

- различные виды регрессии;
- линейный дискриминантный анализ;

- деревья принятия решений;
- Байесовские сети;
- сети векторного квантования;
- метод опорных векторов;
- Гауссовский процесс;
- решающие деревья;
- и т.д.

Наибольшее распространение в последнее время получили алгоритм машинного обучения «Random forest (Случайны лес)» и нейронные сети.

«Random forest» – это алгоритм машинного обучения [311], предложенный Лео Брейманом и Адель Катлер, заключающийся в использовании комитета (ансамбля) решающих деревьев. Данный метод предполагает объединение решающих деревьев в один ансамбль.

Нейронные сети – это математическая модели, построенные по принципам работы нейронов мозга человека.

Нейронные сети обычно делят на 3 типа:

- многослойный (редко однослойный) персептрон;
- рекуррентные;
- сверточные.

Однослойный персептрон представляет модель, где сигналы входного слоя сразу идут на выходной слой. В многослойном между этими двумя слоями имеются скрытые слои, их количество может быть различным.

Рекуррентные сети – это вид нейронных сетей, где связи между элементами образуют направленную последовательность, их также называют сети с обратными связями.

Сверточные – нейронные сети, которые были первоначально созданы для распознавания образов. Существует несколько основных подходов к обучению нейросетей [37] – обучение с учителем, обучение с подкреплением [375] и

обучение без учителя [364]. В целом нейронные сети сейчас являются одними из наиболее быстро развивающихся методов машинного обучения.

Базовой основой для принятия решений в области качества будет правильно сформулированная оптимизационная модель. Нейросети находят все большее количество сфер для практического применения. Одной из самых многообещающих областей является использование искусственных нейросетей в производственных процессах.

Для автоматизации производства существует множество других подходов, основанных на математическом моделировании процесса за счет построения определенного алгоритма. При управлении производством, как правило, требуется оперировать огромным количеством переменных, в результате чего увеличивается сложность построения автоматизированной системы управления процессом.

Также использование таких подходов не позволяет гибко реагировать на спонтанные изменения одного или нескольких параметров процесса, так как зачастую изменение одного параметра приводит либо к тому, что параметры сами изменяются, либо к необходимости их регулирования. Этим объясняется растущая востребованность автоматизации производства посредством применения методики нейронных сетей, возможности которых позволяют оперативно реагировать на любые изменения и на основе постоянно поступающих данных непрерывно обучать их.

На рисунке 12 показаны основные задачи в производстве, решение которых возможно с помощью применения нейронных сетей. Применение нейронных сетей на предприятиях может принести значительную выгоду за счет осуществления с их помощью планирования производства и оказания услуг.

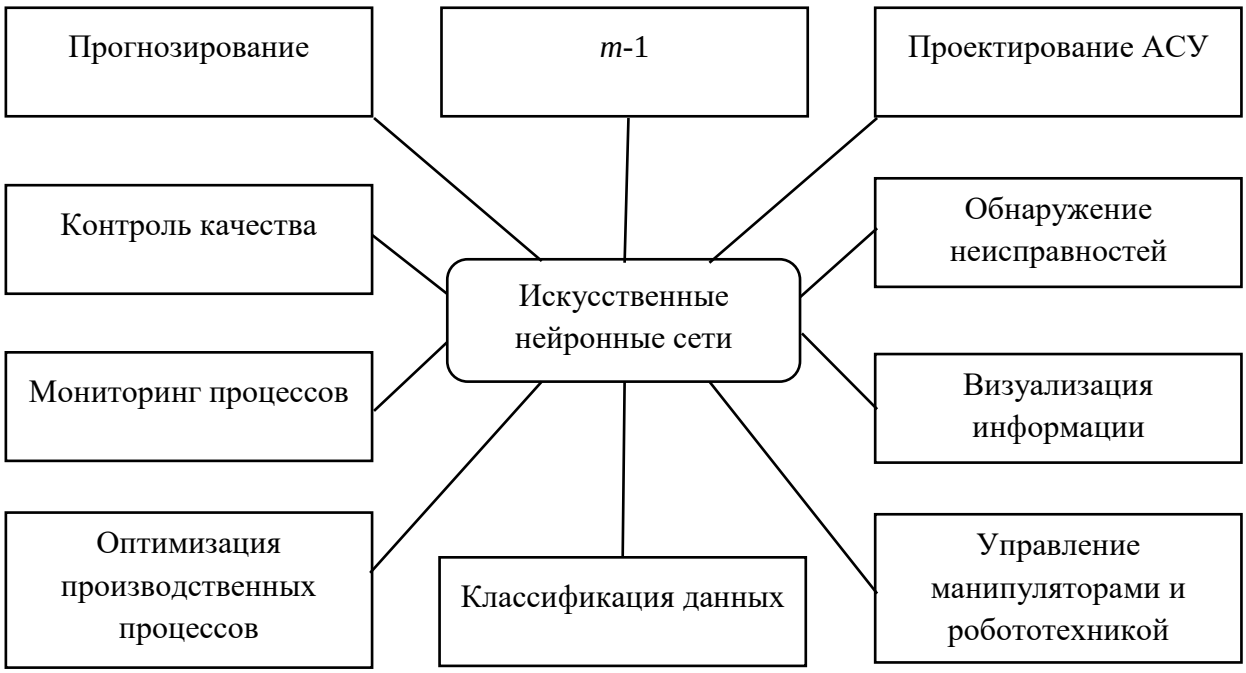


Рисунок 12 – Задачи, решаемые с помощью нейронных сетей

Области применения нейронных сетей в экономике и управлении:

- управление кредитными рисками;
- предсказание ситуации на фондовом рынке;
- оценка стоимости недвижимости;
- прогнозирование динамики биржевых курсов;
- автоматическое распознавание чеков;
- обнаружение нарушений при уплате налогов;
- анализ рынка ценных бумаг;
- выдача кредитов;
- предсказание валютных курсов;
- оценивание кандидатов на должность;
- оптимальное распределение ресурсов.

На данный момент задача прогнозирования посредством нейросетей наилучшим образом решена в области экономики и финансов. На предприятии нейронные сети наилучшим образом проявляют себя при построении автоматизированной системы управления и планировании производства.

Проблема построения модели производственного цикла зачастую массивна и затруднительна, так как требует учета множества показателей, не всегда установленных для тех или иных ситуаций. Чаще всего производственные процессы моделируются в упрощенном виде, без учета многих важных факторов, вследствие чего область их применения сильно ограничена. При этом моделирование с помощью искусственных нейронных сетей требует максимального учета всех параметров, в результате чего модель оказывается наиболее приближенной к реальным условиям.

Типичные способы проектирования автоматизированной системы управления производственными процессами базируются на формальных и упорядоченных знаниях, имеющихся у людей об управляемых объектах, для которых строится такая система. При автоматизации с помощью нейронных сетей применяются методы аналогичные умственным способностям присущих человеку. Наилучшим образом в этой области нейросети проявляют себя при управлении комплексными процессами и устройствами в обстановке информационной энтропии, например, при механической обработке и управлении автоматическими устройствами.

Нейронные сети широко востребованы и применяются при осуществлении контроля качества. Так, например, компания Intel с помощью нейронных сетей осуществляет распознавание бракованных микросхем, при этом ошибка составляет лишь 0,5%. Другой пример – применение нейросетей национальным институтом стандартов и технологий для контроля качества бетонных изделий, за счет обработки искусственным интеллектом эхолокационных сигналов.

Нейросети используются для непрерывного отслеживания технической исправности технического и инженерного оборудования, обнаруживать поломки и сбои в работе, а также заранее оповещать о возможности наступления таких ситуаций. Нейронные сети имеют большой потенциал в сфере контроля степени загрязненности окружающей среды, для минимизации возможности возникновения экологических катастроф под влиянием антропогенных факторов.

В сравнении с другими методиками автоматизации, у применения искусственных нейронных сетей выделяется ряд достоинств:

– наличие скоростных последовательностей обучения, которые позволяют при огромном количестве входных и выходных переменных с крупным массивом данных осуществлять их обучение в короткий промежуток времени с применением стандартного, дешевого оборудования;

– работа нейросети может происходить даже с присутствием большого количества бесполезных данных на входе и выходе без предшествующего их отделения и удаления, так как нейросети сами определяют корреляционную зависимость между данными, вследствие чего они не оказывают никакого влияния;

– в отличие от статистических методов нейросети могут обрабатывать согласованные независимые параметры, анализировать одновременно разные типы данных – непрерывные и дискретные, в словесном выражении и числовом;

– нейросеть позволяет параллельно вычислять и прогнозировать множество различных выходных показателей при наличии одно и того же количества входных параметров;

– обучающие алгоритмы практически не устанавливают ограничений на структуру и свойства составляющих нейросети и поэтому при наличии соответствующих теоретических и практических знаний можно выбрать нужные настройки для нейросети, такие как количество входных, скрытых, выходных, количество скрытых слоев, функция активации и т. п., соответствующие выполняемой задаче.

Из-за постоянного и беспрерывного повышения усложненности и разнообразия сегодняшних информационных систем, обычные способы по подержанию их работоспособности приходят в негодность. Наиболее востребованным направлением развития в данной области является применение искусственных нейронных сетей позволяющих наиболее эффективно управлять информационными системами.

В сфере информационных технологий нейронные сети позволяют решать ряд ключевых задач, в число которых входят:

- управление информационными системами;
- оптимизация информационных систем;
- обеспечение информационной безопасности;
- распознавание вводимой информации;
- обработка информации;
- поиск информации.

Благодаря применению искусственных нейронных сетей обеспечивается выполнение одной из ключевых задач в сфере обеспечения связи – определение наилучшего пути движения информационного потока через узлы. При этом принимаются во внимание две характерные черты: нейронные сети должны принимать самонастраивающиеся и приспосабливающиеся решения с учетом технического состояния коммуникаций и существующих неполадок в сетях, а также решения должны осуществляться в онлайновом режиме беспрерывно. В добавок к поиску лучших путей в сети нейросети применяются для принятия результативных решений при создании сетей телекоммуникаций.

Применение регрессионного анализа с помощью искусственных нейронных сетей, обученных по схеме «с учителем», позволяет довольно быстро строить сети, прогнозирующие значения результативных показателей качества. В тоже время нельзя сказать, что эти результаты являются оптимальными для рассматриваемого процесса. Здесь как раз и может пригодиться матричный анализ тензоров входных параметров процесса (сырье, оборудование, технологические параметры процесса). Дело в том, что при обучении нейронной сети находя так называемые “весовые коэффициенты” w являющиеся не чем иным как элементами матрицы процесса, указывающими на силу связи между отдельными его входными параметрами [81] (рисунок 13).

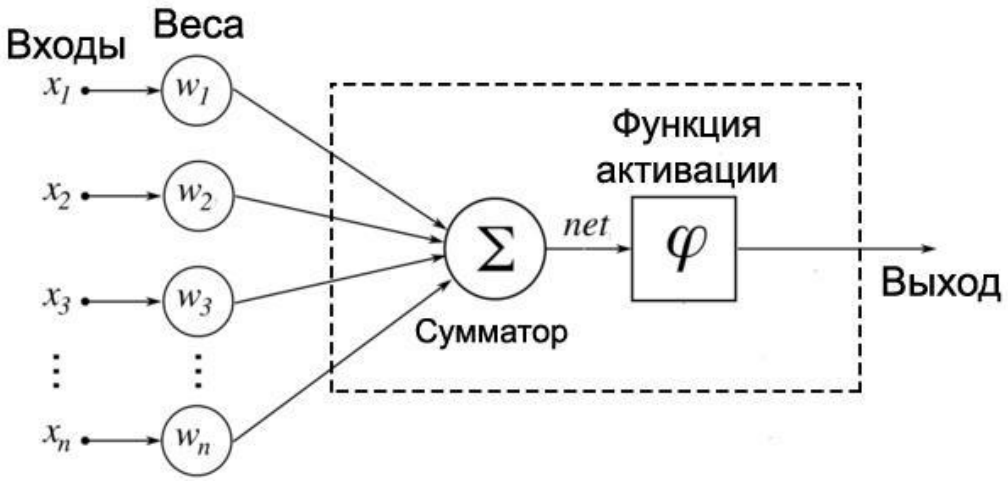


Рисунок 13 - Схема учета весов входных параметров производственного процесса

Входные сигналы x_j (j = 1,2,3, …, N) суммируются с учетом соответствующих весов w_{ij} (сигнал поступает в направлении от узла i к узлу j) в сумматоре, после чего результат сравнивается с пороговым значением w_{i0}. Выходной сигнал нейрона y_i определяется при этом зависимостью [81]:

$$y_i = \Phi\left(\sum_{j=1}^{N} w_{ij} x_j(t) + w_{i0}\right) \quad (14)$$

Так как при обучении сети обычно передается на рассмотрение исследователя несколько (обычно не менее 5) обученных сетей. Применяя матричный анализ с нахождением максимального собственного значения, можно определить наилучшее сочетание входных параметров (например, сырья, режимов обработки и т.д.) обеспечивающих оптимальное значение тензора качества рассматриваемого процесса.

При всей простоте и информативности метод построения нейронных сетей по схеме обратного распространения ошибки «с учителем» не позволяет получить оптимальное соотношение компонент тензора качества сразу во время обучения сети. Главным критерием в процессе обучения является близость полученных результатов к заранее заданным параметрам критерия качества (значения учителя). В данном случае просматриваются три пути решения проблемы:

1. Заранее задать параметры исследуемого процесса, обеспечивающие оптимальное значение тензора качества.

2. Выделить из множества решений, представляемых в ходе обучения нейронной сети, с помощью многокритериального анализа (например построения медианы Кемени) одно или несколько обеспечивающих оптимальность тензора качества.

3. Учитывая, что компоненты тензора качества обычно положительные величины и предполагая одинаковое их влияние на итоговый критерий качества, на основании теоремы Перрона о том, что для положительных матриц существует единственное характеристическое число с наибольшей абсолютной величиной выбрать в качестве оптимального тензор качества с наибольшим собственным значением [81].

Первый вариант решения задачи в большинстве случаев нецелесообразен, т.к. оптимальные значения известны априори. Методика реализации второго варианта нами довольно хорошо разработана, применяется на практике и изложена в ряде работ [71;115].

Поэтому подробно остановимся на третьем варианте. Вычисление главного собственного вектора W положительной матрицы ||y|| проводится на основании равенства:

$$УW=\lambda_{max}W \tag{15}$$

где λ_{max} — максимальное собственное значение матрицы ||y||.

Для положительной квадратной матрицы ||y|| правый собственный вектор W, соответствующий максимальному собственному значению λmax, с точностью до постоянного сомножителя C можно вычислить по формуле:

$$\lim_{n\to\infty}\left(\frac{||y||^{k}e}{||y||^{kT}e}\right)= CW \tag{16}$$

где e={1,1,1, ...l} – единичный вектор;

k = 1, 2, 3, ... — показатель степени;

C— константа;

T — знак транспонирования.

Вычисления собственного вектора W по производятся до достижения заданной точности:

$$e^T - |W^i - W^{i+1}| \leq \zeta \quad (17)$$

где i— номер итерации, такой, что i = 1 соответствует k = 1; l = 2, k = 2; l = 3, k = 4 и т. д.;

ξ — допустимая погрешность.

С достаточной для практики точностью можно принять = 0,01 независимо от порядка матрицы.

Максимальное собственное значение вычисляется по формуле:

$$\lambda_{max} = e^T ||y|| W \quad (18)$$

В MATLAB собственные значения матрицы ‖У‖ вычисляет команда eig(У).

Для проведения расчетов по данному методу обработки данных была разработана специализированная комплексная программа, которая оптимизирует процесс анализа статистических данных. Разработанное программное обеспечение Statistica 13 от компании StatSoft Inc. позволяет проектировать эксперименты и создавать регрессионные нейронные сети.

Также используется программа, написанная на языке Python, для формирования вектора-столбца в квадратной матрице и нахождения собственных значений. Алгоритм реализации метода представлен на рисунке 14.

Предложенный новый подход к определению оптимального тензора качества включает в себя компоненты, которые могут быть как детерминистическими, так и вероятностными. Для определения этих компонентов используются методы теории нечисловых и нечетких множеств, которые реализуются с помощью инструментов искусственного интеллекта. Этот процесс осуществляется путем построения и машинного обучения экспертных систем.

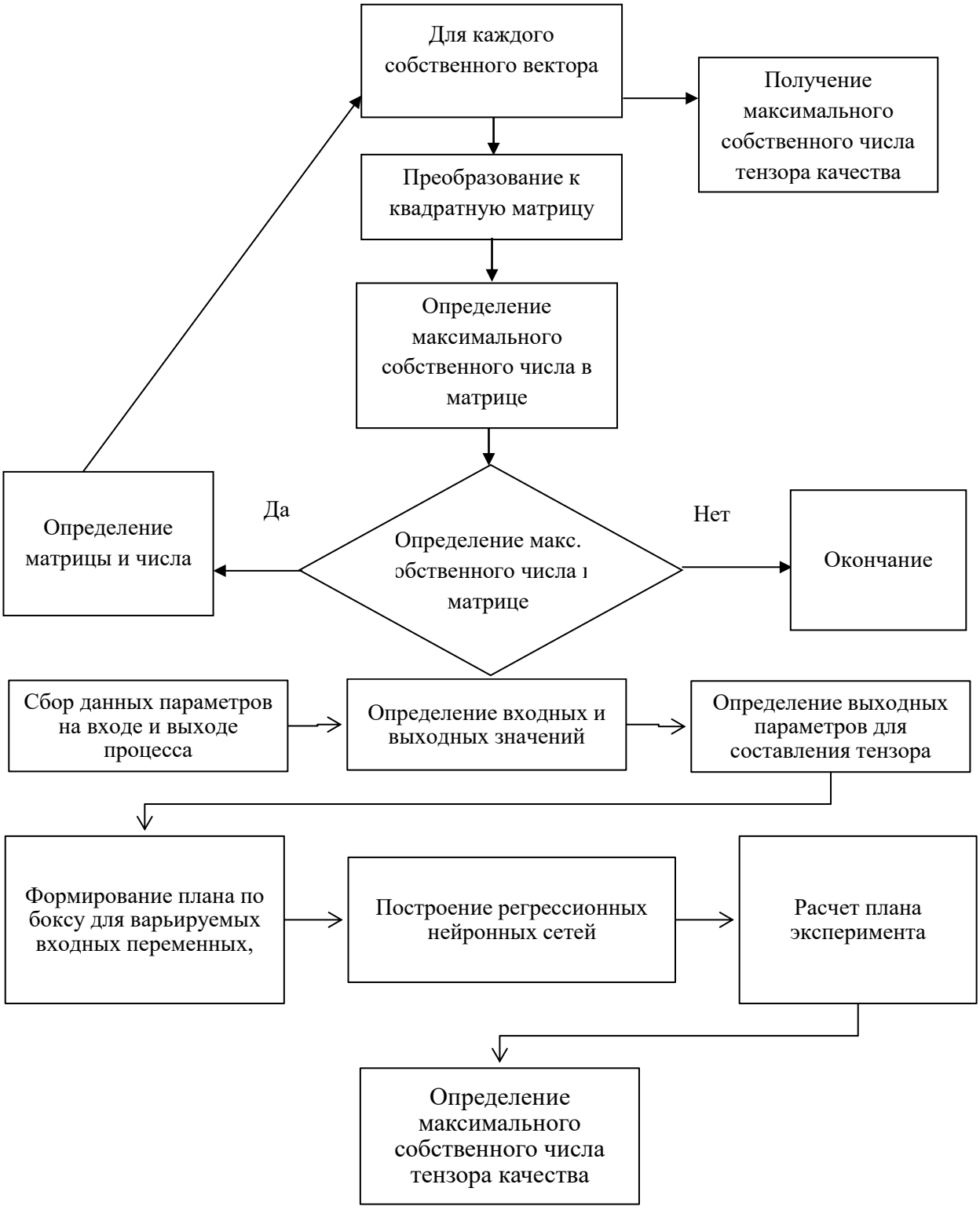


Рисунок 14 – Алгоритм методики получения оптимального тензора качества продукции *(авторский рисунок)*

Используя этот подход, можно создать тензор качества, который учитывает как точные значения параметров (детерминистические), так и вероятностные

распределения параметров. Таким образом, система способна адаптироваться к различным ситуациям и условиям, учитывая не только точные данные, но и степень неопределенности в этих данных.

2.3 Создание и машинное обучение искусственных экспертных систем

В современных условиях неотъемлемым элементом процесса оценки качества продукции, процессов и других различных объектов является создание и внедрение с последующим обучением искусственных экспертных систем [97]. Специфика квалиметрического анализа как методологии измерения качества, предполагает точность показателей, широкий спектр рассматриваемых параметров качества, а также высокий уровень экспертизы. Перечисленные атрибуты квалиметрического анализа формируют предпосылки создания и применения машинного обучения для создания наиболее эффективных искусственных экспертных систем. Интеграция искусственных экспертных систем с возможностью машинного обучения позволит существенно повысить точность оценки качества продукции, сократить время анализа, полученных результатов и улучшить прогностические возможности.

В соответствии со стандартом ГОСТ Р ИСО 9000-2015 термин «качество» определяется как «Качество продукции и услуг организации определяется способностью удовлетворять потребителей и преднамеренным или непреднамеренным влиянием на соответствующие заинтересованные стороны».

Следовательно, само определение говорит о многокритериальности качества и неопределенности соответствия ряда его параметров требованиям потребителей. Это обусловлено тем, что в совокупности их запросов вероятнее всего будут существовать разные мнения о важности и ценности тех или иных достигаемых свойств. Иное определение качества звучит как «соответствие требованиям стандартов», что указывает на особенности его формализации.

Современная эконометрика определяет обобщенный критерий «качество продукта» как «нечеткое множество, которое описывает, насколько продукт

соответствует определенным стандартам качества». Так, значение функции принадлежности может быть большим для продуктов, которые полностью соответствуют требованиям стандартам, и маленьким для продуктов, имеющих недостатки, и несоответствующих стандартам.

Помимо этого, некоторые из параметров относятся к категории нечисловых множеств. К нечисловым множествам относятся множества, элементы которых не связаны с числовыми значениями.

Таким образом, если элементами числовых множеств являются числа, то элементы нечисловых множеств могут быть представлены различными объектами, например, словами, символами, изображениями, рангами и многими другими.

Из-за этого нахождение критериев качества представляется более сложным и интересным с точки зрения математики и других наук. Учитывая большое количество рассматриваемых параметров качества продукции или процесса, которое может достигать десятков или даже сотен, для оценки итоговых критериев качества рекомендуется использовать вектор (тензор первого порядка) в многомерном пространстве. П.И. Бидюк [46] и С.В. Зарецкий [179] в своих исследованиях утверждает, что проекция этого вектора на соответствующие оси координат представляет собой частичное скалярное значение конечного вектора вдоль соответствующего направления (индекса).

$$\overrightarrow{Y^K}(Y_1^K, Y_2^K, \dots, Y_j^K, \dots, Y_n^K) \tag{19}$$

$$Y_j^K = \frac{P_j^{\text{оц}}}{P_j^{\text{баз}}} \tag{20}$$

где Y_j^K – величина j-го уровня качества, найденная по отношению;

n – количество показателей (компонент) итогового вектора уровня качества;

$P^{\text{оц}}$ $P^{\text{баз}}$ – соответственно значение фактического и базового показателя.

Сворачивание многомерного вектора путем нахождения среднего арифметического скалярной проекции не только неправильно, но также может

привести к серьезным ошибкам. Тем не менее, это рекомендуется в дифференциальных и комплексных методах оценки качества продукции. Для преодоления ошибок необходимо применять методы тензорного анализа для выполнения с ними алгебраических операций.

Изучение большого количества производственных процессов, которые характерны для современного непрерывного производства, показывает, что многие из параметров качества латентны, т. е. находятся в скрытом состоянии. Использование методов главных компонент позволяет уменьшить количество контролируемых переменных за счет сильных корреляций в данных мониторинга, что приводит к информационной избыточности.

В исследованиях С.В. Зарецкого было установлено, что эта излишняя информация определяется через корреляционную матрицу исходных переменных. Уменьшение объема данных достигается путем преобразования матрицы в пространство с обобщенными параметрами меньшей размерности.

В большинстве случаев существует большое количество неформализуемых параметров критериев качества реальных производственных систем, которые требуют субъективной оценки и достаточно сильно усложняют построение и дальнейшее исследование математических моделей цифровых двойников. Это также создает проблемы при валидации и верификации и, как следствие, при получении разброса значений получаемых оценок в зависимости от качества проведенной экспертизы. Сегодня использование искусственного интеллекта привело к распространению так называемых экспертных систем [359].

Экспертные системы наиболее эффективно на сегодняшний день применяются при решении таких задач, которые не могут быть определены точно численно или не имеют строго обозначенной цели. Также применение экспертных систем допускается при решении неформализованных задач, характеризующихся неполными, неоднозначными или противоречивыми данными. Фундаментальное значение для экспертных систем имеет накопленные в организации знания – базы данных, которые помимо хранения выполняют функцию организации

информации в предметной области. В своих работах С.Ю. Илюхин также подчеркивает важность баз данных для экспертных систем и указывает, что «База знаний о предметной области накапливается в процессе построения и эксплуатации экспертных систем» [189].

Когда мы говорим об экспертной оценке предметной области, значимой возможностью является сочетание эмпирической системы единства с числовой системой отношений. Числа – инструменты, которые помогают описать влияние объектов и отношений между ними.

Среди исследователей вопроса экспертных шкал существует общее мнение о проблематике определения типа шкалы, которая заключается в количестве способов описания эмпирической системы различными изоморфными системами счисления и связи этих систем между собой. Применение свойств допустимых преобразований шкалы (или зависимости математического ожидания отклика от факторов) формирует уникальность описания эмпирической системы в терминах числовой системы.

Несмотря на вышеперечисленные особенности использования экспертных шкал применение методов экспертных оценок получило широкое распространение при решении задач, аргументации, формировании количественных оценок и обработки полученных данных. Распространенными методами экспертных оценок являются методы ранжирования, парных (бинарных) сравнений, метод прямой оценки, метод средней точки и др. При использовании перечисленных методов важно учитывать, что существует конечное количество объектов и заранее определены сравнительные характеристики.

Этапы процедуры сравнения объектов в методах измерения могут быть представлены в виде определенных шагов (таблица 11).

Таблица 11 – Этапы процедуры сравнения объектов методам экспертных оценок [97]

Этап	Сущность
Определение отношений между исследуемыми объектами эмпирической системы	Данный этап предполагает определение объектов исследования, критерии оценки и их количество. Для каждой характеристики определяется ее значимость
Выбор функции преобразования объектов в числовую систему	На данном этапе определяется методика преобразования качественных данных в количественные показатели
Установление масштабов измерения	Данный этап предполагает установление шкалы измерения объектов
Сбор и анализ данных	На финальном этапе сравнения объектов происходит сбор данных от экспертов, анализ полученных результатов, обработка полученных данных для принятия решения

При исследовании вопроса искусственных экспертных систем были выявлены отличия процедуры сравнения объектов. При сохранении последовательности и сущности этапов сравнения, использование искусственных экспертных систем в отличии от процедуры с использование реальных экспертов характеризуется следующими аспектами.

1. Автоматизация процесса – данный фактор использования искусственных экспертных систем позволяет существенно сократить скорость сравнения объектов, обработки данных и интерпретации полученных результатов. Безусловно, автоматизация процесса – актуальный и необходимый аспект внедрения искусственных экспертных систем при решении задач с значительным количеством объектов исследования, ограничении по времени и ресурсам при принятии решения.

2. Объективность оценки – несмотря на то, что привлечение нескольких экспертов позволяет нивелировать субъективность экспертной оценки, невозможно исключить фактор погрешности данного метода при привлечении живых специалистов. В случае использования искусственных экспертных систем алгоритмы и правила формируют строгую систему оценки и минимизацию

фактора субъективности, предвзятости, заинтересованности в итоговом решении. Данный аспект является важным преимуществом внедрения искусственных экспертных систем в случае наличия значительного количества заинтересованных лиц и важных критериев оценки.

3. Скорость и эффективность – данный аспект представляет собой следствие первого пункта, а именно автоматизации, и выявляет существенное преимущество при обработке данных, установлении связей, расчетах и построении прогноза.

4. Минимизация человеческого фактора – ввиду перечисленных выше аспектов совершенно очевидным преимуществом использования искусственных экспертных систем является минимизация человеческого фактора. Некоторые авторы утверждают о полном отсутствии человеческого фактора при использовании искусственных экспертных систем, однако, невозможно игнорировать тот факт, что алгоритм сравнения, критерии оценки, их количество, устанавливает оператор, т.е. человек. Следовательно, невозможность полной автоматизации искусственных экспертных систем является причиной наличия даже самой незначительной вероятности влияния человеческого фактора.

Немаловажным вопросом при исследовании искусственных экспертных систем является так называемый потенциал искусственных экспертных систем.

Рассмотрим ключевые достоинства потенциала искусственных экспертных систем:

– стабильность поведения исследовании искусственных экспертных систем. В этом отношении можно отметить, что такие аспекты, как физиологические изменения, внешние факторы деятельности эксперта, ограниченность в скорости обработки информации приводит к снижению стабильности результатов человека. В противовес данному фактору искусственные экспертные системы по мере обучения становятся эффективнее, формируют базы данных, несопоставимых с возможностью человеческой памяти;

– простота передачи информации искусственных экспертных систем. Данный фактор определяется высокой скоростью и отсутствию индивидуальных аспектов передачи и восприятия информации, культурных и языковых барьеров;

– надежность и повторяемость результатов. В отличие от человека, на искусственные экспертные системы не оказывают воздействие внешние факторы среды, кроме тех, которые были введены оператором или установлены алгоритмом. Используемый и апробированный алгоритм может быть многократно воспроизведен в других искусственных экспертных системах;

– себестоимость. Существенным преимуществом внедрения и использования искусственных экспертных систем является снижение стоимости по мере использования. Стоимость разработки и внедрения быстро окупается за счет скорости и точности полученных результатов, в то время как стоимость привлечения высококвалифицированных экспертов по мере их становления будет существенно возрастать.

Исследователями в области искусственных экспертных систем сформированы различные подходы и технологии разработки. Этапы разрабатываемых подходов могут варьироваться в зависимости от области применения, технической оснащенности и иных факторов, однако авторами была сформирована технология разработки искусственной экспертной системы (таблица 12)

Таблица 12 – Этапы разработки экспертных систем [97]

Этап	Содержание
Идентификация	На этапе идентификации проблемы выполняются следующие задачи: формулирование проблемы, постановка целей разработки, установление пользователей (целевой аудитории проблемы) и экспертов
Концептуализация (сбор данных)	На данном этапе осуществляется содержательный анализ выявленной проблемы, устанавливается понятийный аппарат, методы решения поставленных задач

Окончание таблицы 12

Формализация	На текущем этапе полученные данные структурируются, формализуются ключевые понятия, определяется программный пакет для разработки экспертных систем, устанавливаются методы решения, представления и преобразования знаний
Выполнение	На данном этапе привлекаются эксперты в предметной области, инженеры по знаниям. Деятельность на данном этапе направлена на наполнение базы знаний экспертами и инженерами. Для достижения поставленной цели полученные у выбранных экспертов необходимые знания, организуются и представляются в качестве формы для экспертных систем. Также в данный этапе включена деятельность по созданию прототипа или нескольких прототипов экспертных систем
Тестирование	После выбора способа представления знаний в экспертной системе осуществляют проверку возможностей экспертных систем путем диалога и трактовки. Процесс длится до момента, пока, по мнению эксперта, система не достигнет требуемого уровня компетентности. При необходимости осуществляются доработка, повторная оценка и тестирование
Ввод в эксплуатацию	Финальным этапом разработки искусственной экспертной системы являются ввод в эксплуатацию, проверка пригодности системы для пользователей, выбранных на первом этапе. Результатом этого этапа является обновление экспертных систем, техническая поддержка в некоторых случаях

Следует отметить, что перечисленные этапы не носят обязательного характера при разработке экспертной системы. Исходя из специфики разрабатываемого решения этапы могут быть дополнены, скорректирован порядок их выполнения и др. Также совершенно очевидным является тот факт, что в процессе работы над экспертной оценкой могут потребоваться возвращение к предыдущим этапам.

Важно понимать, что выводы, которые получили эксперты, носят всего лишь вероятностный характер, поэтому нужно применить один из доказанных подходов.

1. Объективистский подход. При данном подходе анализируется вероятность исхода на основе всех наблюдений со временем. Этот подход основан

на законе больших чисел, согласно которому при достаточном количестве наблюдений частота желаемого события приближается к желаемой вероятности. Однако важно помнить, что при оценке сложных процессов применение этого подхода может быть затруднительным.

2. Персонифицированный, субъективистский подход. В данном подходе вероятностная мера представляет собой степень доверия отдельной личности к определенному высказыванию или событию. Этот подход учитывает связь между личностью и событием, позволяя двум разным личностям иметь разную степень доверия к одному и тому же суждению.

3. Необходимый, или логический, подход. Этот подход расширяет вероятностную меру до набора утверждений с логическими связями, так что одна строка может быть выведена из другой. Тут можно сказать, что вероятность определяется степенью доказуемости логически обоснованного вывода. Это понятие полагается, как углубление стандартной логики.

Одним из важнейших условий для успеха работы экспертной системы при ее создании выступает высокий уровень подготовки выбранных экспертов. Вероятный способ количественного выражения характеристик экспертов – расчет коэффициентов относительной достоверности результатов высказываний экспертов по структуре экспертной группы.

Смысл данного метода заключается в том, чтобы узнать мнение у определенного количества экспертов о составе списка экспертной группы. Если в этот список попадают лица, не включенные в первоначальный список, их также просят сообщить имена экспертов, которые будут участвовать в экспертизе. После нескольких этапов получается полный список потенциальных кандидатов в экспертную группу.

Для проблем с большим объемом знаний увеличение числа экспертов в группе приводит к монотонному росту надежности экспертных знаний, как следует из теории обработки наблюдений.

Для решения проблемы с регуляцией информационных потоков появился новый способ – сети доверия. Пиерл (Pearl) в свою очередь показал, что представление информации в базе знаний используя байесовские сети позволяет создать непротиворечивую вероятностную базу знаний без необходимости условной независимости. Сети доверия – это новый инструмент решения проблем и управления потоком информации. Было показано, что можно создать непротиворечивую вероятностную базу знаний без условной независимости, используя сеть полномочий. Теория вероятностей предоставляет средства для логически последовательного анализа данных, включая формулу общей вероятности, правило умножения вероятностей, формулу Байеса и байесовский подход. Байесовские доверительные сети (BSD) используются для моделирования неопределенности в различных областях.

Используя полную формулу вероятности, можно оценить качество продукта в зависимости от факторов. Однако вычисление условных вероятностей может быть сложным. Байесовские сети доверия делают байесовский подход практичным в управлении качеством. Байесовская сеть – это ориентированный ациклический граф, где каждая вершина представляет событие, связанное с случайной величиной. Сети Байеса основаны на байесовской формуле и сетевом правиле, которое обобщает правило умножения вероятностей. Преимущества байесовских моделей включают поддержку прогнозирования и диагностики дефектов.

Выбор оптимального способа приближения условных вероятностей в байесовских сетях зависит от структуры конкретной сети. Многие алгоритмы имеют сходные принципы: они используют случайные значения для некоторых узлов и статистику для выбора значений других узлов. Например, метод логического выбора предполагает угадывание значений корневых узлов, согласно их вероятностям, а затем перемещение по сети, предсказывая значения следующих узлов на основе верхних. Это обеспечивает точность вывода в байесовских сетях.

Существуют специализированные программы, такие как Hugin, которые позволяют работать с дискретными и непрерывными случайными переменными в байесовских сетях. Однако при использовании комбинированных переменных существуют определенные ограничения: дискретные переменные не могут быть связаны с непрерывными исходными вершинами сети (родителями), непрерывные переменные должны иметь нормальное распределение, а распределение непрерывной переменной с дискретными и непрерывными родителями должно быть также нормальным. Понимание этих ограничений играет ключевую роль в обеспечении точности результатов анализа данных в байесовских сетях.

Следует отметить, что методы машинного обучения искусственных экспертных систем при проведении квалиметрического анализа позволяют оптимизировать процесс построения оптимального тензора качества, улучшая его эффективность и точность. Цифровые экспертные системы, в свою очередь, могут использоваться для анализа данных, принятия решений на основе полученных результатов и управления процессами в соответствии с целями оптимизации качества.

Исследованием возможности применения искусственного интеллекта в повышении качества организации занимаются такие видные американские ученые как Сайрус Хосейни, М.Аффан Бадар, Кристофер Клузев [367] и отечественные Т.А. Салимова, Н.Ш. Ватолкина, В.И. Маколов [109;303].

В их работах доказано, что, качество экспертной системы зависит от качества ресурсов и во многом именно от человеческих ресурсов. Чем больше у команды экспертов возможностей выполнить успешно все необходимые этапы работ по разработке, выпуску и технической поддержке, тем выше качество процессов жизненного цикла организации и системы при использовании. Наиболее сложными задачам при проведении оценки являются учет всех факторов при проведении оценки и разработка рекомендаций по исправлению недостатков. Для решения этих задач можно использовать экспертную систему,

которая на основе встроенных в нее знаний производит стратегическую оценку качества, выявляет наиболее вероятные причины низкого качества и предлагает пользователю наиболее действенный (с наивысшей вероятностью) способ их устранения.

Для построения и дальнейшего обучения экспертной системы необходима комиссия по оценке, которая в совокупности должна обладать знаниями критериев, процедур и методик разработки стратегии качества, а также знаниями по процессам, в отношении которых будет осуществляться сбор данных. Соответственно обучение экспертной системы одним человеком не допускается, так как точность такой системы будет под вопросом. Специалисты, из которых сформирована комиссия, должны иметь высшее техническое образование, соответствовать требованиям к аудиторам, установленным в ГОСТ 19011-2021.

Высокая компетентность отобранных экспертов является одним из главных условий успешности дальнейшей работы экспертной системы. Преимуществом применения экспертных систем для автоматизации процесса разработки стратегии качества является то, что в случаях, когда некоторые данные невозможно или сложно получить, система может принять решение благодаря ранее накопленным знаниям. Это возможно благодаря тому, что экспертная система основываются на теории вероятности, следовательно, система принимает решения, используя накопленные знания и основываясь на вероятности возникновения связанных друг с другом событий. Основной в теории вероятности является теорема Байеса, которая позволяет выяснить вероятность наступления события при условии, что произошло связанное с ним другое событие [140].

Данная теорема представляет собой соотношение различных предполагаемых вероятностей различных событий, которое дает вероятность того, что событие *A* является результатом ряда независимых друг от друга событий *B1, B2, …, Bn,* который, возможно, привел к *A*.

Качество продукта состоит из взаимосвязанных факторов, понимание этих связей позволит управлять качеством продукта и эффективно оптимизировать его.

Данный подход позволяет экспертной системе управлять неопределенностью, и для этого в алгоритме системы особенно важно корректно прописывать связи между событиями.

Рассмотрим пример построения части экспертной системы, позволяющей оценить компетентность команды экспертов с помощью байесовской сети доверия. Известно, что:

– ЕСЛИ «у разработчика есть высшее техническое образование», ТО «разработчик соответствует требованиям должностной инструкции»;

– ЕСЛИ «у разработчика опыт программирования более одного года», ТО «разработчик соответствует требованиям должностной инструкции»;

– ЕСЛИ «качества разработчика соответствуют должностной инструкции», ТО «разработчик компетентен»;

– ЕСЛИ «у разработчика есть специализированный сертификат», ТО «разработчик компетентен».

– ЕСЛИ «разработчик компетентен», ТО «продуктовая команда соответствует требованиям»;

– ЕСЛИ «у аналитика есть высшее техническое образование», ТО «аналитик соответствует требованиям должностной инструкции»;

– ЕСЛИ «у аналитика опыт работы на аналогичных проектах более одного года», ТО «аналитик соответствует требованиям должностной инструкции»;

– ЕСЛИ «качества аналитика соответствует должностной инструкции», ТО «аналитик компетентен»;

– ЕСЛИ «у аналитика есть специализированный сертификат», ТО «аналитик компетентен»;

– ЕСЛИ «аналитик компетентен», ТО «продуктовая команда соответствует требованиям».

Все описанные выше ситуации могут быть смоделированы байесовской сетью доверия, содержащей 11 вершин событий.

При этом каждое событие может принимать всего лишь одно из двух возможных состояний:

– «качество проектной команды»: «соответствует требованиям» или «не соответствует требованиям»;

– «компетентность разработчика»: «соответствует требованиям» или «не соответствует требованиям»;

– «компетентность аналитика»: «соответствует требованиям» или «не соответствует требованиям»;

– «соответствие разработчика должностной инструкции»: состояние «соответствует» или «нет»;

– «соответствие аналитика должностной инструкции»: состояние «соответствует» или «нет»;

– «наличие сертификата у разработчика»: «да» или «нет»;

– «наличие сертификата у аналитика»: «да» или «нет»;

– «наличие высшего технического образования у разработчика»: «да» или нет»;

– «наличие высшего технического образования у аналитика»: «да» или «нет»;

– «наличие опыта программирования более одного года»: «да» или «нет»;

– «наличие опыта работы на аналогичных проектах более одного года»: «да» или «нет».

Байесовская сеть доверия, приведенная на рис. 14, моделирует тот факт, что есть причинно-следственная зависимость от вершин «Компетентность разработчика» и вершин «Компетентность аналитика» к вершине «Качество проектной команды» и другие аналогичные зависимости. Причинно-следственные зависимости отображены стрелками. В случае, когда одна вершина находится в определенном состоянии, это оказывает влияние на зависимые

события. При построении сети доверия необходимо быть внимательным, когда моделируются зависимости [96].

В среде HUGIN была реализована описанная выше байесовская сеть доверия, представленная на рисунке 15.

Рисунок 15 – Пример построения байесовской сети доверия для оценки компетентности команды экспертов *(получено автором в программе HUGIN)*

Для построения байесовской сети доверия необходимо определить множество таблиц априорных и условных вероятностей между вершинами как причинно-следственные связи [65;70]. Эти таблицы заполняются с помощью экспертных оценок специалистов соответствующей области. Таким образом, байесовская сеть обучается на экспертных оценках.

Например, в табл. 13 - 18 указаны априорные и условные вероятности вершин «Наличие опыта программирования более одного года», «Соответствие разработчика должностной инструкции», «Соответствие аналитика должностной инструкции» «Компетентность разработчика», «Компетентность аналитика», «Качество проектной команды».

Таблица 13 – Вероятности вершины «Наличие опыта программирования более одного года»

Состояние	Вероятность
Да	0,7
Нет	0,3

Таблица 14 – Вероятности вершины «Соответствие разработчика должностной инструкции»

Опыт программирования больше года	Да		Нет	
Высшее технические образование	Да	Нет	Да	Нет
Да	0,85	0,7	0,6	0,2
Нет	0,15	0,3	0,4	0,8

Таблица 15 – Вероятности вершины «Компетентность разработчика»

Наличие сертификата	Да		Нет	
Соответствие разработчика должностной инструкции	Да	Нет	Да	Нет
Да	0,9	0,4	0,75	0,1
Нет	0,1	0,6	0,25	0,9

Таблица 16 – Вероятности вершины «Соответствие аналитика должностной инструкции»

Опыт работы на аналогичных проектах более одного года	Да		Нет	
Высшее технические образование	Да	Нет	Да	Нет
Да	0,85	0,7	0,6	0,2
Нет	0,15	0,3	0,4	0,8

Таблица17 – Вероятности вершины «Компетентность аналитика»

Наличие сертификата	Да		Нет	
Соответствие аналитика должностной инструкции	Да	Нет	Да	Нет
Да	0,9	0,4	0,75	0,1
Нет	0,1	0,6	0,25	0,9

Таблица 18 – Вероятности вершины «Качество проектной команды»

Компетентность аналитика	Да		Нет	
Компетентность разработчика	Да	Нет	Да	Нет
Да	0,95	0,4	0,6	0,1
Нет	0,05	0,6	0,4	0,9

При указанных в таблицах значениях вероятность того, что качество команды экспертов соответствует установленным требованиям и равно 65,82%. Пример описанной байесовской сети доверия (БСД) с указаниями вероятностей представлен на рисунке 16.

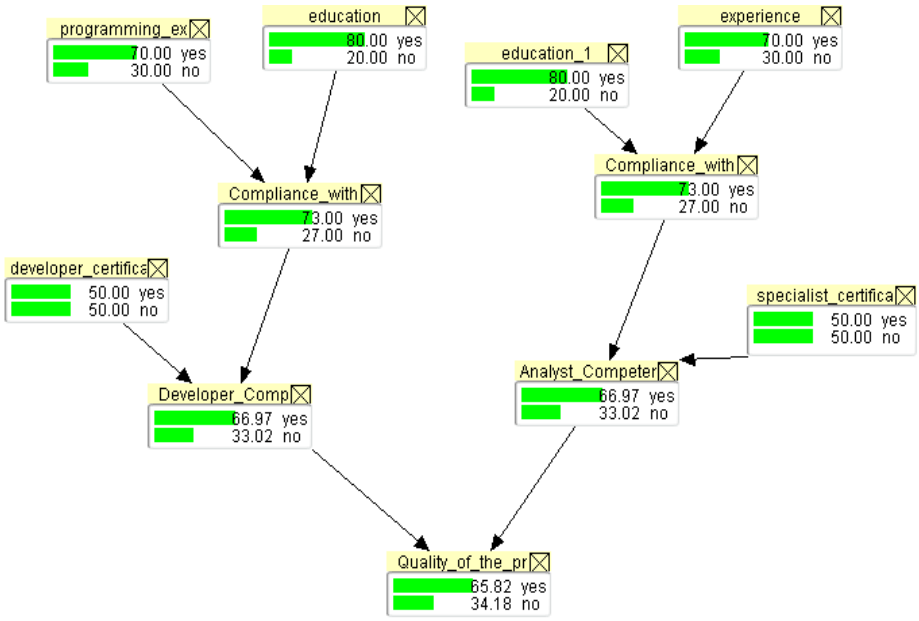


Рисунок 16 – Пример построения байесовской сети доверия [составлено автором в программе HUGIN]

Современные программные средства обеспечивают инструментарий для построения байесовских сетей, а также возможность использования БСД для введения новых фактов и получения решения за счет пересчета вероятностей во всех существующих вершинах, которые с ними связаны.

В случае, когда имеется информация о наступлении какого-то события, например, мы узнаем, что у разработчика есть высшее техническое образование, в базу знаний экспертной системы добавляется новый факт [75]. При этом все связанные вероятности пересчитываются (рисунок 17).

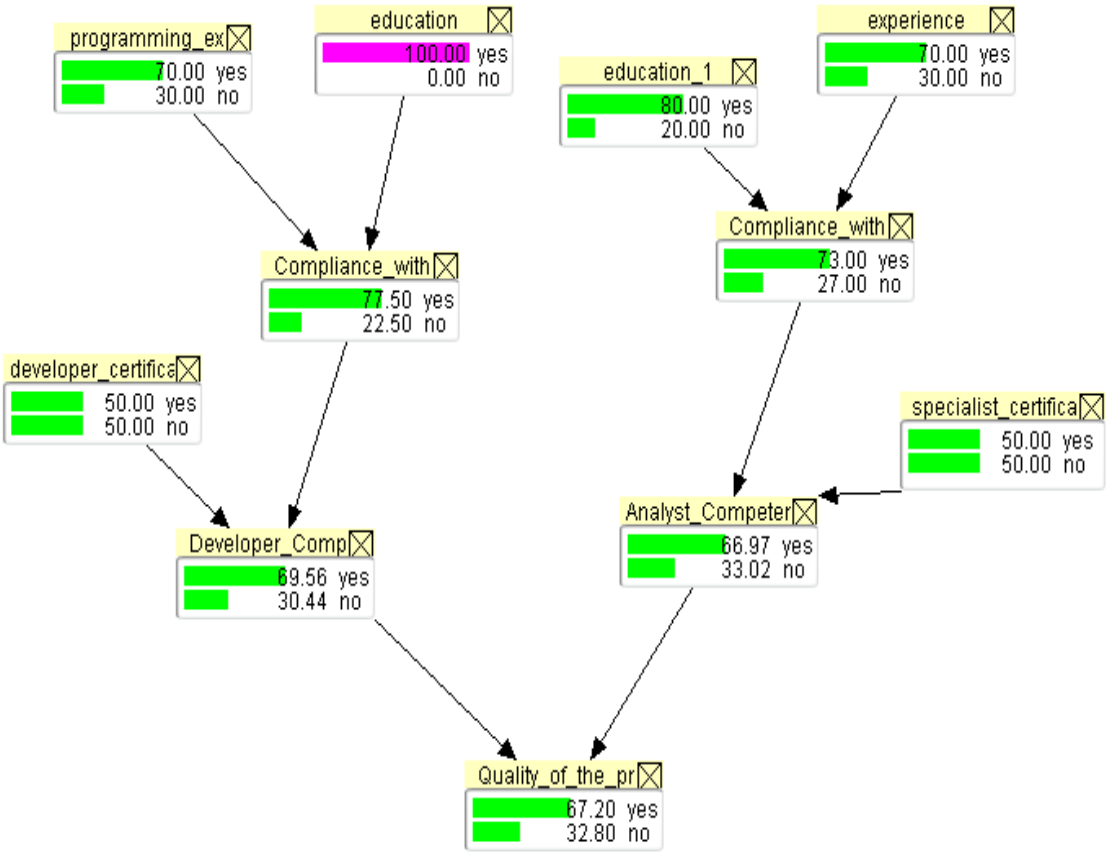


Рисунок 17 – Пример пересчета вероятности наступления событий после добавления нового факта [составлено автором в программе HUGIN]

Таким образом БСД позволяет делать вероятностный прогноз как результирующих показателей, а также позволяет увидеть возможные альтернативы при воздействии на факторы.

Выводы главы 2

В параграфе 2.1 определено понятие оптимального качества организации и разработан алгоритм его достижения с использованием инструментов системного анализа. Представлена классификация и сущность цифровых методов, применимых для построения и реализации оптимальной стратегии качества. Подробно рассмотрены аналитические методы математического моделирования при решении оптимизационных задач. Показано, что основным их достоинством являются точность и универсальный подход получаемых решений. В то же время имеется как множество ограничений чисто математического плана (например дифференцируемость непрерывной целевой функции по всем учитываемым переменным), так и трудность отыскания с достаточной точность начальных и граничных условий. Большинства этих недостатков лишены статистические методы математического моделирования.

Статистические методы играют важную роль в объективной оценке количественных и качественных характеристик процесса и являются одним из необходимых элементов управления качеством. Вся система управления качеством представляет собой взаимосвязанные технические, информационные, организационные, экономические методы и средства, влияющие на условия и факторы, а значит, и на качество продукции в процессе ее разработки, производства и применения. «Исходной точкой» комплекса являются технические условия на продукт, выработанные на основе маркетинговых исследований рынка и политики предприятия в области качества. Они играют роль входных параметров процесса проектирования продукта (изделия) и плана приемочного его контроля, т. е. части системы контроля качества. В свою очередь, выходные параметры процесса проектирования служат входными данными производственных процессов и системы контроля качества. Выходные данные производственных процессов есть входные параметры системы оценки стабильности технологических (и не только) процессов и той же системы контроля качества. Наконец, выходные данные системы оценки стабильности –

это входные данные системы контроля качества. Такая последовательность характерна для создания как сложных, так и простых изделий. В числе методов оценки качества продукции особо выделяется статистический метод, при котором значения показателей определяют с использованием правил математической статистики, реализуемых с применением математического моделирования. Главным преимуществом применения математического моделирования является возможность постановки и решения оптимизационной задачи, когда подбираются такие входные и управляющие параметры анализируемого процесса, которые обеспечат максимальные показатели качества создаваемого продукта.

Среди описанных методов особо интересен метод Монте-Карло – численный метод, моделирующий на ЭВМ псевдослучайные числовые последовательности с заданными вероятностными характеристиками. В этой главе подробно описаны алгоритмы его реализации и численные примеры его реализации на практике.

Необходимость применения методов математической статистики при оценке показателей качества продукции обусловлена тем, что в большинстве они являются случайными величинами вследствие воздействия многочисленных случайных факторов в процессе производства и эксплуатации продукции. В связи с тем, что количество параметров продукции измеряется десятками, а иногда и сотнями и итоговый показатель качества продукции тоже состоит из нескольких компонент, влияющих друг на друга, то его необходимо представлять в виде тензора многомерного пространства.

В диссертации предложена общая схема алгоритма определения оптимальных целевых параметров стратегии качества организации, в которой формализуемые и неформализуемые методы сбалансированы и дополняют друг друга.

В параграфе 2.2 по предложению автора, для проектирования стратегии качества организации следует использовать подходы тензорного анализа и ввести многопараметрический критерий стратегии качества, исследуемого организации

следует представить как положительный тензор. Представлены основные идеи и методики построения и оптимизации тензора качества, основанные на применении системного анализа и математического моделирования. Приведены примеры реализации на практике предлагаемого подхода. В результате задача повышения эффективности производства путем оптимизации тензора качества выпускаемой продукции за счет подбора значений параметров векторов управляемых параметров технологического процесса и исходного сырья может быть решена в кратчайшие сроки без каких бы то ни было значительных материальных затрат с помощью обычного персонального компьютера и пакета прикладных статистических программ.

Описана методика определения оптимальных параметров тензора качества, основанная на применении как формализуемых, так и неформализуемых методов. Используемая в качестве базовой методология системного анализа только выиграет из-за возможной гуманизации и социализации принимаемых решений из-за наличия в схеме ее алгоритма в качестве решающих блоков неформализуемого принятия управляющих решений. Предложено использование искусственных нейронных сетей. Для проведения расчетов по данному методу обработки данных автором была разработана специализированная комплексная программа, которая оптимизирует процесс анализа статистических данных. Разработанное программное обеспечение Statistica 13 от компании StatSoft Inc. позволяет проектировать эксперименты и создавать регрессионные нейронные сети.

В параграфе 2.3 Рассмотрено создание и машинное обучение экспертных систем при проведении квалиметрического анализа. Применение данных систем позволит существенно повысить точность реализации стратегии качества организации, сократить время анализа, а также улучшить прогностические возможности.

Автором рассмотрены некоторые итоги разработки и применения искусственных экспертных систем с использованием байесовских сетей доверия.

Большое внимание уделено технологии создания интеллектуальных экспертных систем. Система способна адаптироваться к различным ситуациям и условиям, учитывая не только точные данные, но и степень неопределенности в этих данных. Приведен подход к определению компетентности привлекаемых к экспертизе специалистов. Для обработки качества оценки экспертов в условиях начальной неопределенности результата предлагается использовать теорему Байеса в виде компьютерной программы байесовских сетей доверия.

Разработанную автором экспертную систему можно применить в случае для автоматизации процесса проектирования стратегии качества, когда некоторые данные невозможно или сложно получить, система же может принять решение, благодаря ранее накопленным знаниям. Это возможно также благодаря тому, что экспертная система основываются на теории вероятности, следовательно, система принимает решения, используя накопленные знания и основываясь на вероятности возникновения связанных друг с другом событий.

ГЛАВА 3. ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ КАЧЕСТВА РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНО – ЭКОНОМИЧЕКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ

3.1 Модель оптимальной стратегии качества развития территориального социально экономического объекта

Современные национальные и международные тенденции развития общества направлены на повышение качества жизни и цифровую трансформацию всех процессов, но вместе с этим ведут к усилению неопределенности и увеличению рисков во всех областях экономики. Соответственно, это приводит к исследованию и внедрению стратегического управления качеством развития территориальных СЭО на различных уровнях (регионов, территорий, государства), при этом генеральной целью любой стратегии развития СЭО остается повышение качества жизни населения.

Логика данной главы соответствует теоретическим положениями п.1.3 и включает рассмотрение стратегии качества по уровням:

1 уровень – общая **глобальная стратегия развития** социально – экономического объекта СЭО (государства, региона);

2 уровень- уровень рассмотрения **всеобщей стратегии качества** развития СЭО;

3 уровень - уровень рассмотрения **локальных стратегии качества** развития СЭО.

При формировании **глобальной стратегии развития СЭО** предполагается проведение стратегического анализа и рассмотрение сценариев социально-экономического развития, которые должны быть проанализированы участниками, проработаны в аспекте формального сопровождения, а также должны быть обеспечены ресурсами и перечнем корректирующих действий. Так, например, к глобальным стратегиям развития региона можно отнести стратегии «Инерция», «Рантье», «Мобилизация» и «Модернизация». Перечисленные стратегии считаются исследователями базовыми, при этом иногда дополняются иными,

более радикальными стратегиями или модифицируются в зависимости от особенностей региона.

Рассмотрим аналитическую конструкцию стратегии развития «Инерция». Данная стратегия развития представляет собой деятельность по сохранению текущего состояния социальных и экономических аспектов региона. Радикальные изменения и инновации сводятся к минимуму в целях избежания дестабилизации в регионе. Приоритетным направлением деятельности руководства региона является сохранение экономической и социальной стабильности. В рамках инерционной стратегии развития региона задачи повышения уровня качества жизни населения решаются без систематического подхода и применения превентивных методов, а исключительно по мере возникновения проблем. В связи с вышесказанным к ключевым проблемам стратегии развития региона «Инерция» можно отнести – отсутствие долгосрочного планирования, высокая вероятность негативных последствий исключительно оперативных решений, низкая эффективность экстренно принимаемых решений. Таким образом, можно установить, что инерционная стратегия развития региона представляет собой сценарий сохранения экономической и социальной стабильности с использованием инструментов оперативного планирования. Такой подход может быть эффективен в условиях кризиса в определенной отрасли или в целом, однако, при постоянном использовании данной стратегии развития резко снижается эффективность принимаемых решений, а также минимизируется вероятность развития региона.

Для стратегии «Рантье» характерно централизация и перераспределение ренты от добычи и экспорта природных ресурсов через государственный или региональный бюджет. Как правило, перераспределение ренты осуществляется в рамках социальных трансфертов, направленных на материальное состояние граждан региона, развитие инфраструктуры или социальных условий. Данный подход укрепляет социальную стабильность в обществе, а также положительно воспринимается гражданами. К ключевым выгодополучателям данной стратегии развития региона являются малообеспеченные семьи, лица из особых категорий

граждан, сотрудники бюджетной сферы. Стратегия «Рантье» предполагает накопление в бюджете страны существенных объемов финансовых средств от добычи и переработки природных ископаемых, участие региона в специализированных программах перераспределения бюджетных средств. Существенным преимуществом данной стратегии является активное привлечение и участие внешних инвестиций в регион для создания специальных экономических зон, повышение бизнес-активности в регионе, снижение налоговых ставок для резидентов региона. Для населения региона к важным положительным результатам относят также формирование развитой инфраструктуры региона. Несмотря на высокий уровень социального одобрения данной стратегии существуют и негативные аспекты. К ним можно отнести снижение инновационного развития региона, ухудшение экологической ситуации, увеличение разрыва в доходах между разными слоями населения.

Стратегия развития региона «Мобилизация» представляет собой активное использование ресурсов региона и привлечении или мобилизации местного населения для участия и различных программах и мероприятиях развития региона. Генеральная цель мобилизационной стратегии является повышение уровня качества жизни населения, экономического и социального развития через активизацию и самоорганизацию населения. Предпринимательская активность населения в данной стратегии играет особую роль, в значительной мере преобладает поддержка малого и среднего бизнеса, а также социальных проектов. Данная деятельность также позволяет увеличивать количество рабочих мест, а также доходов населения. Поддержка социальных проектов помимо улучшения социального положения региона позволяет повысить самоорганизацию ответственность и эффективно использовать ресурсы региона. Тем не менее при применении данной стратегии существует опасность формирования зависимости региона от внешних инвестиций, дополнительные трудности могут быть связаны с необходимостью владения профессиональных или специфических знаний для использования местных ресурсов. Данный аспект может формировать отток

трудоспособного населения для обучения в другие регионы или дополнительные вложения в образовательный процесс.

Стратегия развития региона «Модернизация» содержит широкомасштабные и регулярные инвестиции в ключевые направления развития региона такие как – экономика, инфраструктура, объекты культурного наследия и другие. Основной целью применения модернизационной стратегии является формирование условий для устойчивого развития, экономического роста и повышения конкурентоспособности. Важным аспектом, необходимым для реализации стратегии развития региона «Модернизация», является высокий уровень конкуренции хозяйствующих объектов в регионе, постоянное развитие производственной и институциональной инфраструктуры, а также человеческие ресурсы с высоким уровнем квалификации и возобновляемый кадровый резерв. Базовыми мероприятиями данной стратегии могут быть модернизация производства, внедрение передовых технологий, формирования условий для развития высокотехнологичных отраслей экономики. Для повышения привлекательности региона для инвесторов и туристов осуществляется финансирование мероприятий по развитию инфраструктуры, сохранения уникальных природных объектов и т.д.

Недостатками данной стратегии считается необходимость существенных влияний для модернизации производства, а также временных и трудовых затрат. Несмотря на все преимущества данной стратегии для экономики региона и страны в целом, существует проблема модернизация некоторых отраслей экономики ввиду отсутствия кадров или адаптированных с учетом специфики региона или производства технологий.

Не смотря на очевидные различия существующих на сегодняшний день базовых стратегий развития региона можно выделить базовые стратегические цели, а именно – совершенствование социальной среды, формирование условий для развития малого и среднего бизнеса, а также повышение качества жизни в регионе. Для достижения каждой цели в рамках региона выстраиваются

программы действий с учетом имеющихся ресурсов, возможных сроков, необходимых финансовых вложений и потенциальными результатами.

Важность стратегического управления объясняется изменчивостью и динамичностью общественных тенденций национального и мирового уровня и заключается в целеполагании, анализе влияющих факторов и формировании стратегии развития для достижения стратегических целей. Стратегические решения в сфере управления качеством требуются для улучшения качества жизни общества как фундаментальной основы развития.

В данной работе, как было указано в п.1.3 настоящей диссертации, стратегия качества территориального СЭО (государства, территорий, регионов) понимается **как совокупность всеобщей стратегии качества,** например **в концепции устойчивого развития**, которая предполагает ориентацию на интересы экономической, социальной и экологической сфер, действующих в балансе друг с другом и **локальной стратегия качества СЭО** по реализации отдельных инициатив в области качества.

Например, локальной стратегией качества для государства выступает национальная система стандартизации, которая основывается и развивается с учетом интересов рынка и общества. Система стандартизации в России основывается на Федеральном законе № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» от 29.06.2015. Вопросы качества также затрагиваются в Федеральном законе № 184-ФЗ «О техническом регулировании» от 27.12.2002 и в Законе РФ № 2300-1 «О защите прав потребителей» от 07.02.1992 и иных законах, содержащих требования к качеству.

Стратегия качества также должна быть направлена на достижение целей в области качества и на удовлетворение требований всех заинтересованных сторон. Рассматривая территории, регионы, таковыми являются все стороны влияющие на результат их деятельности, например государство, инвесторы, население, другие регионы, организации и др. Данный подход к удовлетворению соответствует концепции устойчивого развития, как современной тенденции модернизации общества. Появление множества проблем и рисков для всемирного сообщества и

экологической обстановки поспособствовало разработке теории устойчивого развития, которая охватывает экономическую, экологическую и социальную сферы, формируя основные принципы и направления для совершенствования.

Устойчивое развитие территорий и регионов – это обеспечение баланса экономического, социального и экологического аспектов развития, нацеленных на удовлетворение потребностей населения и обеспечения данной возможностью будущих поколений.

Внедрение концепции устойчивого развития будет способствовать решению проблем негативного влияния на окружающую среду и созданию более благоприятных условий для жизни людей. Концепция создавалась на фоне глобальных экологических и общественных проблем и растущей социальной несправедливости. Устойчивое развитие - это развитие, при котором удовлетворение потребностей нынешнего поколения происходит без ущерба для возможности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности.

Устойчивое потребление и производство направлены на повышение эффективности и качества, но затрачивая меньше ресурсов и средств [361]. Также данная концепция имеет цель преодолеть прямую связь между экономическим ростом и ухудшением состояния окружающей среды, повысить эффективность использования ресурсов и способствовать более устойчивому образу жизни. Кроме того, внедрение концепции устойчивого развития в производство и психологию потребления может внести значительный вклад в сокращение бедности и переход к низкоуглеродной и «зеленой» экономике [12;18].

Устойчивое развитие в России возможно реализовать только через устойчивое развитие регионов благодаря их разнообразию и широкому охвату территории. Управление устойчивым развитием регионов направлено на обеспечение баланса экономических, социальных и экологических аспектов регионального развития, удовлетворение потребностей населения региона и предоставление этих возможностей будущим поколениям [281]. Устойчивое развитие занимает важную роль в вопросах совершенствования существующих систем и требует формирования эффективных инструментов для успешной

реализации и использования инновационных методов определения путей дальнейшего развития [41].

Проблемы устойчивого развития общества еще не решены, а также отсутствует методология оценки и формирования оптимального уровня устойчивого развития. Это также относиться к регионам, развитие которых представляет наибольшую значимость

Таким образом**, всеобщая стратегия качества территориального СЭО** может строиться на базе достижения **качества устойчивого развития СЭО**.

Качество устойчивого развития территорий рассматривалось во многих работах, в частности в работах В.Я. Белобрагина [40;42], В.В. Окрепилова [182], Е.А. Горбашко[147], Г.Н. Ивановой [185], Т.И. Леоновой [85], М.И. Варфоломеевой [107], М.В. Утевской [331], Ю.В. Черных [349] и других.

Академик В.В. Окрепилов [261] рассматривает качество устойчивого развития как совокупность качества в экономике, в экологии и в социальном развитии (рисунок 18).

Рисунок 18 - Элементы качества и соответствующие компоненты устойчивого развития [261]

Соглашаясь с выводами, приведенными в вышеуказанных работах, автор настоящей диссертации под качеством устойчивого развития территориальных

СЭО будет понимать степень соответствия характеристик устойчивого развития СЭО требованиям заинтересованных сторон, в частности к качеству жизни и возможностям успешной деятельности организаций СЭО.

Качество устойчивого развития территорий является многоаспектным понятием, следовательно, оно требует комплексного подхода к анализу по трем основным направлениям развития: экономическому, социальному и экологическому. Экономическая устойчивость включает рыночное распределение ресурсов, устойчивый уровень роста и потребления. Социальная устойчивость включает в себя понятия равенства, расширения прав и возможностей, доступности, культурного развития и институциональной стабильности. Экологическая устойчивость включает в себя целостность экосистем и биоразнообразие. Она предполагает, что ресурсы должны собираться не быстрее, чем они могут быть восстановлены. А отходы должны выбрасываться не быстрее, чем они могут быть «усвоены» окружающей средой.

Данный подход рассматривает важнейшие стороны жизни общества и задает направление, которое способствует продолжительному и качественному развитию с учетом интересов общества и окружающей среды. Реализация устойчивого развития в регионах характеризуется комплексностью, системностью и управляемостью [99].

Устойчивое потребление и производство ориентировано на экономический рост, но с учетом ограниченных ресурсов и финансовых затрат. А также с учетом наличия обратно пропорциональной зависимости между экономической и экологической сферами, что требует повышения эффективности использования ресурсов и соблюдения экологических требований.

Модель стратегического управления качеством устойчивого развития территории в соответствии с ГОСТ Р ИСО 56548 – 2015 включает взаимосвязанные элементы, что представлено на рисунке 19 [4].

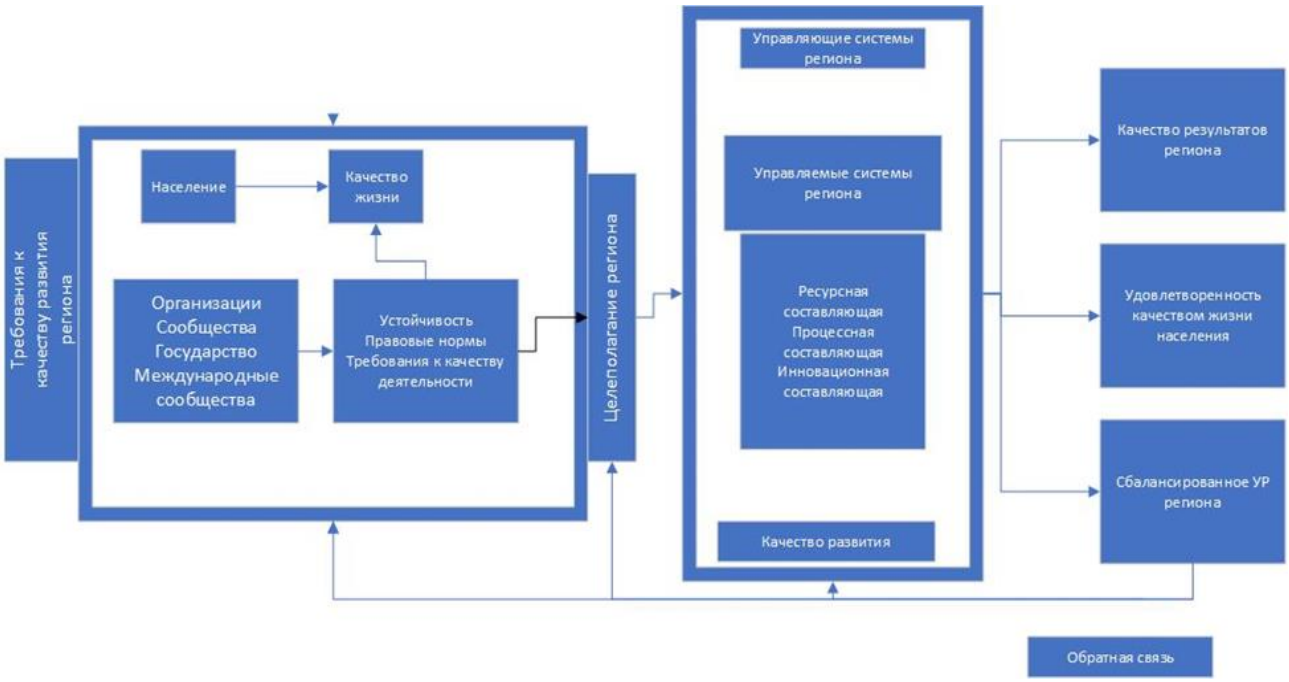


Рисунок 19 - Модель стратегического управления качества УР региона [4]

Методология формирования всеобщей стратегии качества территориального СЭО на основе устойчивого развития рассмотрена в работах многих авторов, в том числе и автора настоящей диссертации [90;102;250;345]. Этапы формирования стратегии включают: целеполагание; стратегический внешний анализ; стратегический внутренний анализ; формирование альтернатив и выбор стратегии качества УР как состав стратегических проектов.

Целеполагание является ключевым элементом стратегического управления, так как позволяет определить цели и задачи, которые должны быть достигнуты для успешной реализации стратегии. Уровень качества состоит в оценке соответствия достигнутых целей

Стратегическое целеполагание может также базироваться на рейтингах. Рейтинги могут быть полезны в стратегическом управлении регионов, так как они предоставляют информацию о том, как регион позиционируется и предоставляют сравнение с другими регионами. Это позволяет руководству региона определить свои конкурентные преимущества и недостатки, а также разработать стратегию развития, которая учитывает эти факторы.

Рейтинги также могут служить индикатором целей устойчивого развития региона, что помогает привлекать инвесторов и бизнесы. Успех региона в рейтингах может привлечь новые инвестиции и повысить уровень жизни населения. Кроме того, рейтинги могут стать инструментом отслеживания эффективности программ и проектов, реализуемых региональными властями. Это позволяет правительству региона улучшить управление и эффективность использования ресурсов.

Для оценки устойчивого развития регионов используется анализ факторов, которые отражают особенности территории. Основными критериями устойчивости являются достигнутые результаты в развитии. При использовании квалиметрических методов для количественной оценки устойчивого развития региона возможны точные измерения как качественных показателей, так и относительных показателей, сравнение с другими регионами и формирование оптимальных решений [297].

Делая упор на различных векторах развития регионов, зачастую не обращают внимания на оценку качества того, что было запланировано и того, что было достигнуто [282]. Следуя из этого, появляется значимость в исследовании социального и экономического развития области с точки зрения категории качества.

Изучив работу автора [282], становится понятно, что качество социального и экономического регионального развития является совокупной категорией, которая включает в себя комплекс своих характеристик и направлений развития региона, которые отвечают реалиям настоящего времени. Это можно посмотреть на рисунке 20.

Рисунок 20 - Характеристики социально-экономического развития региона [282]

Социальное и экономическое региональное развитие формируется под влияем совокупности факторов внутри и извне, определяющих вектор его развития. Из этого следует, что важно проводить оценку качества социального и экономического регионального развития с точки зрения:

- этапа социального и экономического развития;
- стабильности, уравновешенности развития региона;
- целесообразности управления и т.д.

Характеристики качества социального и экономического регионального развития можно посмотреть на рисунке 21.

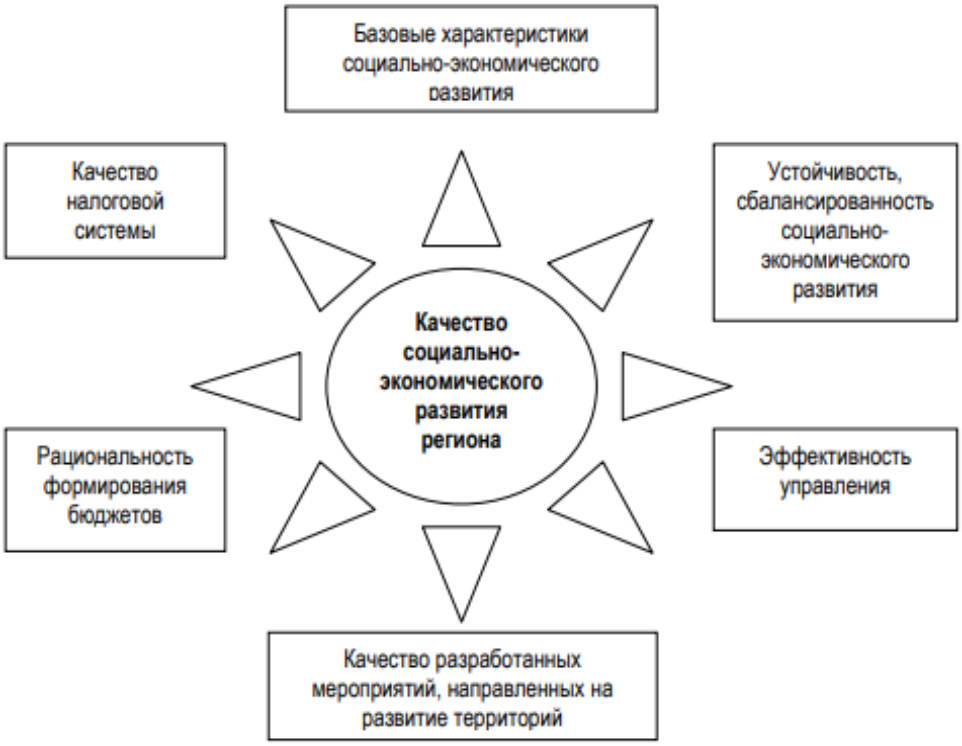


Рисунок 21 - Критерии качества социально-экономического развития региона [282]

На качество социального и экономического регионального развития влияют основные критерии его социального и экономического развития, а также возможности, существующие в регионе. От них можно отталкиваться при оценке качества регионального развития в любой период. Таким образом, если регион отличается высоким уровнем социального и экономического развития, то ему будет легко коррелировать с показателями качества развития.

Целесообразность управления выражается в:

- возможности урегулирования социальных и экономических процессов на уровне региона, полноправное применение инструментов управления развитием региона;
- оперативности реагирования на влияние факторов внешней и внутренней среды, включающей в себя возможность структуры управления регионом к оперативному воздействию, которое сориентировано на изменение развития региона в кратчайший период;
- выполнение согласованного регионального развития в сфере производства и услуг и др.

Мероприятия, которые направлены на развитие регионов включат в себя реализацию государственных и региональных проектов, выполнения соотношения между тем, что было запланировано и тем, что достигнуто, и безошибочность оценивания векторов социального и экономического регионального развития, а также использование наиболее целесообразных способов обретения поставленных приоритетов. Фундаментом для позитивного оценивания качественных мероприятий будет выступать положительное воздействие на все региональные процессы.

Для управления социальным и экономическим региональным развитием используются целенаправленные проекты государственного и мезоуровня, которые направлены на улучшение земель, использование элементов налоговой политики, общественной политики и т.д.

Такие характеристики качества социального и экономического развития дают возможность оценить регион с точки зрения теории, но, чтобы их использовать для оценивания на практике необходимо преодолеть некоторые сложности при исследовании.

Изучив статью автора [282], становится ясно, что, чтобы оценить качество социального и экономического развития, нужно соотнести существующий регион с образцом. Определение региона-образца дает возможность для отстающих регионов реализовать его вклад как пример для обретения позитивных результатов регионального развития. Регион-образец является примером стабильного уравновешенного развития, там выгодно используются сырье и целесообразно осуществляется управление.

Целесообразно определять именно регион-образец, а не набор критериев, т.к. в критерии сборные параметры, подходящие не для каждого региона. Из этого следует затрудненность в конечном выборе. При этом нельзя просто взять за образец конкретный регион, потому что развитие любого региона зависит от множества факторов.

Чтобы оценить качество развития регионов нужно сформировать шкалу оценок, содержащую пороговые критерии социального и экономического

развития и эталонные значения. Пороговые критерии содержат показатели положения региональной экономики, и, если выйти за рамки этих показателей, создается угроза экономической безопасности области [2].

Итак, для оценивания качественного развития региона возможно применять совокупность критериев, показывающих степень социального и экономического развития, дающая возможность качественно его оценить [394]. Также необходимо найти оптимальный баланс составляющих, что можно сделать на основе анализа взаимосвязи показателей. Это позволит решить задачу устойчивого развития в регионе для достижения наиболее благоприятного уровня качества жизни жителей.

Составляющие устойчивого развития имеют разнонаправленный характер, экология резко улучшится, если сократить производство, социальные мероприятия производиться за счет прибыли, уменьшая ее и соответственно инвестиции в основной капитал экономики. Поэтому требуется нахождение оптимального баланса составляющих, что можно сделать на основе анализа взаимосвязи показателей.

Итак, всеобщей стратегией качества развития СЭО может выступать, в частности, стратегия качества устойчивого развития СЭО, хотя в общем может быть в основе и другая доктрина качества общественного развития (например, тотальный контроль, безопасность и другое), которая в иерархии стратегий СЭО может занимать второй уровень после реализации глобальной стратегии.

Принципиальная **векторная модель формирования всеобщей стратегии качества территориального СЭО на базе устойчивого развития** представлена на рисунке 22.

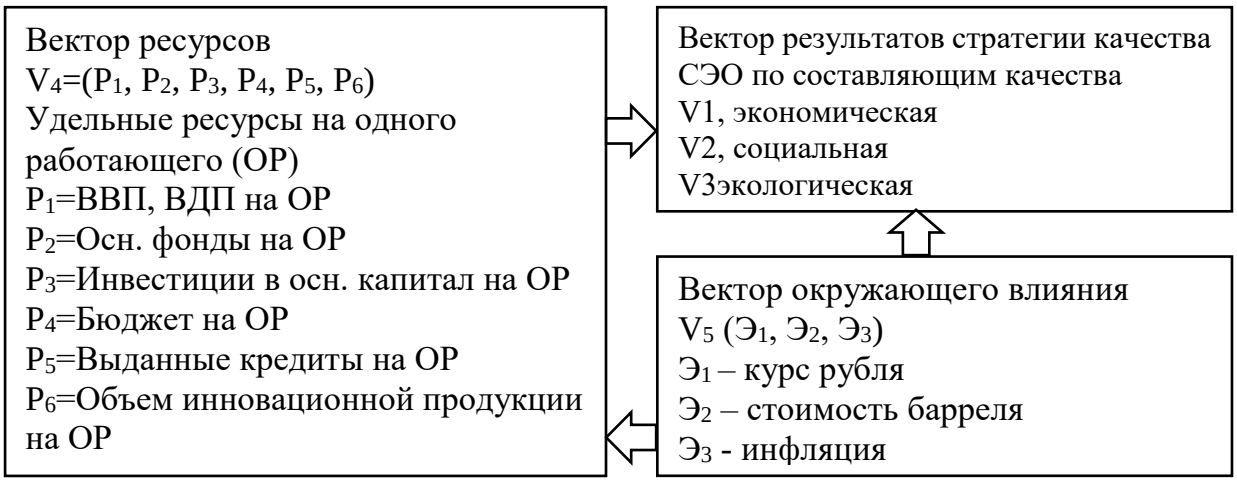


Рисунок 22 – Модель всеобщей стратегии качества территориального СЭО

(Авторский рис.)

Исходя из положений, рассмотренных в п.3 настоящей диссертации, модель оптимизации стратегии качества СЭО можно представить в виде:

$$\{Y_k = f(V1, V2, V3\ Э1, Э2, Э3) \rightarrow max \quad (21)$$

При ограничениях на ресурсы:

$$V_4 = (P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6) \leq P_{ЛИМ} \quad (22)$$

Результатом применения модели будет формирование целевых показателей качества устойчивого развития СЭО в условиях ресурсных ограничений.

Реализацию модели рис. 21 можно продемонстрировать в целом для государства. Для построения оптимального прогноза устойчивого развития РФ может быть собрана цифровая база данных, включающих экономические, социальные и экологические показатели на основе официальных отчетов РОССТАТ, что проиллюстрировано в таблице 19.

Таблица 19 - Основные показатели устойчивого развития России

		2006	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Результирующие показатели											
V1	ВВП РФ на душу населения (тыс.долл. США)	14,9	16,7	20,2	19,4	20,5	22,8	24,3	26,1	25,8	24,1
V2	Бюджет на душу населения, руб.	26,5	33,8	43,4	41,5	45,7	53,5	56,4	57,0	62,0	

Окончание таблицы 19

		2006	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Результирующие показатели											
V3	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (млн. т)	20,6	20,4	20,1	19	19,1	19,2	19,6	18,4	17,5	
Показатели ресурсов											
P1	ВВП на ОР (млн. руб.)	0,4	0,49	0,6	0,58	0,69	0,89	1,0	1,08	1,17	1,54
P2	Основные фонды на ОР (млн. руб.)	0,71	0,89	1,09	1,22	1,38	1,60	1,78	1,97	2,17	
P3	Инвестиции в основной капитал на ОР, тыс. руб.	70,6	98,9	128	118	135,6	163	185	198	205	
P4	Бюджет на ОР, руб.	56,6	71,1	90,6	87,9	96,9	113	119	120	131	
P5	Выданные кредиты на ОР, тыс. руб.	23,6	37,8	51,7	47,0	55,2	77,3	110	143	163	144
P6	Объем инновационной продукции на ОР, тыс. руб.	11,6	14,1	16,1	13,9	18,4	31,1	42,3	51,7	52,8	
Внешние показатели											
Э1	Среднегодовой курс рубля к доллару (руб.)	27	29	31	32	56,3	72,9	60,7	57,6	69,5	64,6
Э2	Стоимость барреля нефти (долл. США)	66,7	74,8	97,3	64,2	80,3	112	111	109	97,6	
Э3	Инфляция в %	9	6	7	6	11,4	12,9	5,4	2,5	4,3	3

Задача состоит в том, чтобы определить возможное направление развития и сформулировать оптимальный вектор V1 при изменениях векторов ресурсов и внешних обстоятельств V2, V3. В первую очередь следует убедиться в существовании зависимости V1 от остальных показателей. Для этого можно использовать различные коэффициенты корреляции (Таблица 20), которые покажут зависимость показателей.

Следует понимать, что большинство показателей взаимозависимы, т.е. для построения прогнозной модели существует достаточно много сложностей. Одним из выходов является применение метода главных компонент. Данный метод позволяет убрать зависимость показателей друг от друга.

Кроме того, анализ макроэкономических показателей связан с проблемой получения релевантных данных.

Проблемы с данными можно разделить на две основные категории:

- недостаточность данных;
- изменение методик расчета.

Макроэкономические показатели считаются в основном за достаточно продолжительные период (года). Для машинного обучения требуется как можно больше данных и их явно недостаточно. Второй проблемой является то, что периодически меняются методики расчета, и один и тот же показатель считается по-разному.

Для решения первой проблемы можно использовать методы размножения данных, например, бустреп или другие методы. Вторым методом решения данной проблемы, является использование более емких баз в каждом конкретном случае, например, в рассматриваемой задаче оптимизации устойчивого развития РФ наиболее объективное решение может быть построено на больших базах данных по регионам. Обобщение моделей макроэкономических показателей по регионам позволит создать обобщающие модели оптимальных для всей страны.

Для решения второй проблемы надо понимать, насколько сильно изменилась методика расчета, на какие еще данные повлияли эти изменения. Если изменения сильные, нужно попытаться привести данные к одной методике.

Оптимизация показателей, возможна только на основе достоверной модели. На данный момент, большой проблемой является создание модели, которая учитывает большинство показателей, а также может прогнозировать эти показатели на годы вперед.

На начальном этапе оптимизации можно использовать регрессионный анализ (таблицы 20, 21).

Таблица 20 – Корреляция оптимального показателя с ресурсами внешними обстоятельствами

Корреляция		V1	V2	V3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Э1	Э2	Э3
V1	Пирсона	1,000	,987**	-,815**	,976**	,977**	,995**	,986**	,933**	,927**	,834**	,819**	-,376
V1	Кендалла	1,000	,944**	-,556*	,944**	,889**	,944**	,944**	,944**	,889**	,667*	,556*	-,366
V1	Спирмена	1,000	,983**	-,750*	,983**	,967**	,983**	,983**	,983**	,967**	,833**	,783*	-,527

Таблица 21 – Корреляционная матрица показателей устойчивого развития

	V1	V2	V3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Э1	Э2	Э3
V1	1	,987**	-,815**	,976**	,977**	,995**	,986**	,933**	,927**	,834**	,819**	-,376
V2	,987**	1	-,821**	,971**	,976**	,989**	1,000**	,908**	,896**	,877**	,811**	-,286
V3	-,815**	-,821**	1	-,821**	-,883**	-,811**	-,826**	-,836**	-,763*	-,715*	-,385	,329
P1	,976**	,971**	-,821**	1	,990**	,989**	,972**	,970**	,974**	,875**	,798**	-,371
P2	,977**	,976**	-,883**	,990**	1	,985**	,978**	,961**	,948**	,870**	,731*	-,368
P3	,995**	,989**	-,811**	,989**	,985**	1	,989**	,950**	,945**	,851**	,819**	-,383
P4	,986**	1,000**	-,826**	,972**	,978**	,989**	1	,909**	,897**	,883**	,805**	-,280
P5	,933**	,908**	-,836**	,970**	,961**	,950**	,909**	1	,984**	,756*	,699*	-,545
P6	,927**	,896**	-,763*	,974**	,948**	,945**	,897**	,984**	1	,788*	,762*	-,497
Э1	,834**	,877**	-,715*	,875**	,870**	,851**	,883**	,756*	,788*	1	,756*	,109
Э2	,819**	,811**	-,385	,798**	,731*	,819**	,805**	,699*	,762*	,756*	1	-,114
Э3	-,376	-,286	,329	-,371	-,368	-,383	-,280	-,545	-,497	,109	-,114	1

** - значимые корреляции

Вместе с тем многие модели могут описывать процессы с очень большой точностью, но не могут использоваться для прогнозов.

Проблема построения модели для предсказания макроэкономических показателей заключается также в том, что часть показателей влияет на результативные показатель не в данным момент времени (текущий год), а может оказывать влияние только через несколько лет. Кроме того, модели часто совершенно не подготовлены к кризисным ситуациям, например ситуации с коронавирусом. Все это надо учитывать при создании моделей.

Однако получаемый результат будет недостаточно точным.

Перспективным подходом для получения достоверных прогнозов будет являться применение нейронных сетей, а именно рекуррентных нейронных сетей, которые обладают эффектом «памяти».

Также интересным вариантом является подход «Сбера», основанный на генеративной модели DCGAN и семантическом дополнении образов. Показатели при этом подходе трактуются как кодированное изображение в сверточных нейронных сетях [131]. Применение данного подхода может позволить предсказывать даже кризисные явления, если были прецеденты до этого.

Эти модели смогут описывать ситуации, происходящие в экономике, в том числе моделировать ситуации, связанные с будущими потрясениями, аналогичными экономическим кризисам и коронавирусу.

3.2 Целевые показатели стратегии качества развития регионов

Рассмотрим показатели, характеризующие цели всеобщей стратегии качества региона как ключевого территориального СЭО на базе устойчивого развития регионов и которые формируют цели стратегии качества развития региона. По этому вопросу имеется обширный материал, представленный в научной литературе.

А.В. Иволга и А.А. Чаплицкая отмечают, что устойчивое развитие экономики региона — это такое сочетание правовых, экономических, социальных, производственных отношений, а также различного рода ресурсов,

благодаря которым реализуется стремление региона вернуться в состояние стабильности, но при этом повышать конкурентоспособность, качество жизни и сбалансировать соотношение государства, бизнеса, общества и окружающей среды [187].

Д.А. Крыжко указывает, что под устойчивым развитием региона понимают процесс наращивания социально-экономических преимуществ за счет обеспечения среды для внедрения инновационных решений в процесс производства, воспроизводства, последующего повышение конкурентоспособности предприятий и улучшения условий жизни населения на заданной территории [217].

Обеспечение устойчивого развития региона позволяет удовлетворить потребности предпринимательских структур, государства и населения в текущих условиях и на долгосрочную перспективу.

Существует ряд факторов, от которых зависит степень устойчивости развития территории:

1. Условия, на которые нельзя повлиять (к ним относят климат, невозобновляемые природные ресурсы и т.д.).

2. Возможно частичное воздействие (возобновляемые природные активы).

3. Факторы, которые полностью зависят от проводимой региональной политики (степень конкурентной борьбы между производителями, сложившаяся ситуация на рынке труда, качество социальной инфраструктуры и т.д.).

Именно воздействие на третью группу факторов связано с обеспечением устойчивого развития, а одним из способов влияния может стать внедрение цифровых технологий, которые способствуют возникновению положительных эффектов относительно всех сторон социально-экономической жизни региона.

В качестве параметров оценки уровня цифровизации рекомендуется рассматривать экономические и социальные аспекты, которые состоят из внедрения информационных решений в следующие сферы: образовательную (применение электронных и дистанционных методов обучения и т.д.), медицинского обслуживания (автоматизация сбора данных о пациентах,

ускорение процесса диагностики и т.д.), предпринимательства (применение технологических и информационных решений при организации производства), государственного и муниципального управления (упрощение взаимодействия органов власти и населения за счет ускорения обработки информации на цифровых платформах, более быстрое получение государственных услуг, возможность сбора и анализа мнений граждан по благоустройству территорий, полученные через систему цифрового взаимодействия и т.д.), жилищно-коммунального хозяйства (автоматизация способов оплаты за коммунальные услуги и т.д.), товарных рынков, социальной защиты населения и условий деятельности на рынке труда.

Т.М. Регент и А.В. Масленникова указывают на то, что миграция значительно воздействует на устойчивое развитие регионов, благополучие и качество жизни населения [294]. Разный уровень качества жизни является причиной миграции населения. Поэтому, рациональная миграционная политика будет содействовать устойчивому развитию. Кроме того, переход к концепции устойчивого развития нормализует миграционные процессы, за счет устранения неравенства и, соответственно, коренной причины.

Академик В.М. Матросов изменил модель мировой динамики, и на ее основе сформировал динамическую модель межрегионального развития. Научная актуальность и современность методологии определения миграционных стратегий регионов обеспечивается существованием возможности выбора для анализа любых регионов России и мира качестве взаимодействующих, ориентируясь на цель исследования. Это достигается за счет применения в динамической модели межрегионального развития системы дифференциальных уравнений, характеризующих динамику основных показателей региона. К таким показателям относят:

– Динамику населения включающая в себя коэффициент воспроизводства населения, численность населения региона, миграция в регион и из региона.

– Динамика основных фондов региона, заключающаяся в следующих показателях: стоимость основных фондов; инвестиции в основные фонды; стоимость строительства основных фондов; коэффициент выбытия фондов вследствие естественного износа.

– Валовой региональный продукт, содержащий производительность труда, численность населения региона, стоимость основных фондов.

Важным показателем функционирования и развития региона является качество жизни населения региона. При проектировании модели были включены следующие показатели:

– Уровень заработанной платы, выражающийся в средней заработанной плате на жителя данного региона и норме заработанной платы.

– Уровень обеспеченности основными фондами содержит показатель численности населения и пощади региона, то есть базируется на показатели плотности населения.

И.Ю. Литвин отмечает, что развитие региона в экономической сфере, это любое прогрессивное изменение, которое можно измерить количественным способом, и тогда можно говорить об экономическом росте [233]. Если рассматривать с позиции качественного метода, то говорят о структурных изменениях содержания развития.

Целью экономического развития регионов можно выделить улучшение качества жизни населения. Реализация устойчивого развития должна осуществляться в регионах, поскольку они характеризуются комплексностью, целостностью, специализацией и управляемостью. Развитием региона является увеличение доходов, улучшение образования, питания и здравоохранения, оздоровление окружающей среды, равенство возможностей, расширение личной свободы, обогащение культурной жизни.

Устойчивое развитие содержит два основных аспекта:

1) концепция потребностей, в том числе ключевые или фундаментальные;

2) концепция ограничений, налагаемых из-за иссекаемости и медленного восстановления окружающей среды.

С.О. Кокшаров и О.С. Булатова отмечают, что при разработке стратегий развития регионов РФ, которые гарантируют и обеспечивают развитие страны при должном управлении, главным образом важно сделать упор на устойчивое развитие [204]. Как утверждает С.М. Вдовин, «устойчивое развитие России в целом возможно лишь при гармоничном развитии всех ее регионов и сбалансированности межрегиональных отношений. Стратегии устойчивого развития субъектов Федерации призваны определять их долгосрочное развитие в рамках общей стратегии устойчивого развития России, направленной на повышение уровня и качества жизни населения на основе перевода экономики на инновационный тип развития без ущерба для окружающей среды».

Исходя из целей и задач, на основе трех основных составляющих устойчивого развития выделены три группы критериев, которые могут применяться для оценки стратегий регионального развития с точки зрения приверженности концепции устойчивого развития:

1. Социальные:

– снижение неравенства населения;

– снижение уровня безработицы;

– увеличение участия населения в политической, экономической и социальной жизни;

– снижение смертности населения, в том числе от последствий ДТП, неинфекционных заболеваний и т.д.;

– увеличение продолжительности жизни, за счет доступности медицины, санитарных услуг и т.д.;

– повышение доступности всех уровней образования.

2. Экономические:

– бесперебойное производство продовольствия;

– сбалансированное развитие всех отраслей производства;

– достижение экономического роста на душу населения не менее 4% в год;

– развитие экономической инфраструктуры региона;

– рациональное и эффективное использование ресурсов;

– поддержание научных исследований, увеличения количества работников НИОКР.

3. Экологические:

– контроль использования ресурсов относительно скорости восстановления окружающей среды;

– охрана и поддержание экосистем;

– контроль урбанизации и устойчивое планирование территорий;

– снижение негативного воздействия городов на окружающую среду;

– эффективный сбор, утилизация и переработка всех видов отходов.

А.Г. Коряков отмечает, что способность регионов привлекать экономические ресурсы и факторы производства и централизовать цепочку создания стоимости существенно определяет ее дальнейшее развитие и конкурентоспособность [212]. Что касается региона, то этот потенциал во многом зависит от его положения в международном и межрегиональном разделении труда, от привлекательности условий, созданных на территории [50].

Необходимо осознавать, что в мировой экономике мощь отдельного государства (или региона) оценивается не только общими объемами производства и запасами природных ресурсов, но также уровнем организации и рационального использования производственными, финансовыми и информационными процессами и системами.

В.Е. Васенко предлагает следующие индикаторы устойчивого развития на региональном уровне для определения типа устойчивости [108]:

I. Экономическая составляющая:

1. ВРП на душу населения, руб.

2. Инвестиции в основной капитал к объему ВРП, %

3. Индекс промышленного производства, % (к предыдущему году)

4. Индекс производства электроэнергии, газа и воды, % (к предыдущему году)

5. Темп роста экспорта машин, оборудования и транспортных средств, % (к предыдущему году)

6. Удельный вес долгосрочных вложений в общем объеме финансовых вложений, %

II. Социальная составляющая:

1. Темп роста населения, % (к предыдущему году)

2. Чистый коэффициент миграции, чел. / 1 000 чел.

3. Уровень безработицы, %

4. Ожидаемая продолжительность жизни, лет

5. Детская смертность на 1 000 родившихся живыми, чел. / 1 000 чел.

6. Удельный вес в ВРП расходов на здравоохранение, образование и социальное обеспечение, %

III. Экологическая составляющая:

1. Выбросы загрязняющих атмосферу веществ на 1тыс. руб. объема промышленного производства, т

2. Объем уловленных загрязняющих веществ на 1тыс. руб. объема промышленного производства, т

3. Удельный вес рекультивированных земель в общей площади нарушенных земель, %

4. Объем оборотной и последовательно используемой воды на 1тыс. руб. ВРП, м3

5. Текущие затраты на охрану окружающей среды на 1тыс. руб. ВРП, руб.

6. Инвестиции, направленные на природоохранные мероприятия на 1тыс. руб. ВРП, руб.

В.А. Светлосанов, В.Н. Кудин и А.Н. Куликов считают, что параметры для оценки устойчивого развития региона должны включать следующие аспекты [306]:

1) показатели социального устойчивого развития (средняя заработная плата по региону, средняя продолжительность жизни населения региона);

2) показатели экономического устойчивого развития;

3) показатели экологического устойчивого развития (использование природных ресурсов, уровень отходов производства). Считается, что чем больше производится добычи, тем больше загрязнение окружающей среды. Такая же зависимость была найдена авторами с численностью населения;

4) показатели институционального устойчивого развития (программирование и планирование политики, научные разработки, международные правовые инструменты, информационное обеспечение, усиление роли основных групп населения).

Б.Е. Большаков и Е.Ф. Шамаева устанавливают систему показателей устойчивого развития, характеризующую технологические, экономические, экологические, социальные и другие возможности и потребности сложной системы [53]:

– Суммарное потребление природных ресурсов, включая потребление: топлива, электроэнергии, продуктов питания.

– Совокупный произведенный продукт.

– Совокупный конечный продукт (относительно наличия потребителя).

– Мощность потерь (Суммарное потребление природных ресурсов - Совокупный произведенный продукт).

– Качество жизни (нормированное время активной жизни * совокупный уровень жизни * качество окружающей природной среды).

С.Н. Бобылев, С.В. Соловьева и К.С. Ситкина предлагают модификацию эколого-экономический индекс регионов России, базирующийся на концепции и методике расчета индекса скорректированных чистых накоплений Всемирного

банка [51]. Скорректированные чистые накопления (СЧН) для регионов РФ рассчитываются по формуле:

$$ANS = GS - ND - ED + HCB + EC + PAV, \quad (23)$$

где ANS - скорректированные чистые накопления; GS - валовые накопления основного капитала; ND - истощение природных ресурсов; ED - Ущерб от загрязнения окружающей среды; HCB - расходы бюджета на развитие человеческого капитала; EC - затраты на охрану окружающей среды; PAV - оценка особо охраняемых природных территорий.

Эколого-экономический индекс (индекс скорректированных чистых накоплений - ИСЧН) определяется как отношение скорректированных чистых накоплений к ВРП в процентах.

Д.В. Батейкиным на основе экспертной оценки была составлена база статистических показателей, характеризующих уровень устойчивого развития региона, и сгруппирована их по блокам [35]:

I блок - Социальные показатели региона:

1) среднедушевые доходы населения;

2) среднедушевые расходы населения;

3) вклады физических лиц, привлеченные кредитными организациями;

4) количество денежных средств у населения;

5) стоимость фиксированного набора потребительских товаров и услуг;

6) количество выпущенных специалистов образовательными учреждениями высшего образования;

7) численность врачей на 10000 чел. населения;

8) число больничных коек на 10000 чел. населения;

9) заболеваемость на 1000 чел. населения;

10) численность населения с доходами ниже величины прожиточного минимума.

II блок - Экономические показатели региона:

1) сальдированный финансовый результат деятельности организаций;

2) валовой региональный продукт (ВРП);

3) объем инновационных товаров, работ, услуг;

4) численность экономически активного населения;

5) среднегодовая численность занятых в экономике;

6) численность персонала, занятого исследованиями и разработками;

7) стоимость основных фондов;

8) численность безработных;

9) среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций;

10) просроченная задолженность по выплате зарплаты.

III блок - Экологические показатели региона:

1) выбросы исходящих от стационарных источников загрязняющих веществ;

2) использование свежей воды.

Е.А. Третьякова, М.Ю. Осипова осуществляя межрегиональные сравнения, применяли индикаторы, наиболее четко отражающие уровень социальной, экономической и экологической областей, а также имеющиеся в официальной статистической базе [322]. Состав применяемых индикаторов следующий:

Экономические индикаторы:

1) объем промышленного производства;

2) оборот организаций на душу населения;

3) сальдированный финансовый результат деятельности организаций на душу населения;

4) доля убыточных предприятий;

5) стоимость основных производственных фондов на душу населения;

6) степень износа основных фондов;

7) объем инновационных товаров, работ, услуг в расчете на душу населения;

8) затраты на научные исследования на душу населения;

9) производительность труда;

10) реальная начисленная среднемесячная заработная плата работника по отношению к предыдущему периоду;

11) среднегодовая доля занятых в экономике по отношению к общей численности экономически активного населения.

Социальные индикаторы:

1) ВРП в расчете на душу населения;

2) среднедушевые денежные доходы населения (в месяц);

3) коэффициент Джини;

4) уровень безработицы;

5) потребительские расходы в среднем на душу населения в месяц;

6) плотность населения;

7) доля населения с доходами ниже величины прожиточного минимума;

8) ожидаемая продолжительность жизни при рождении;

9) общая площадь жилых помещений, приходящаяся на одного жителя;

10) общая заболеваемость;

11) число зарегистрированных преступлений на 100 000 населения;

12) индекс развития человеческого потенциала.

Экологические индикаторы:

1) объем утилизированных и переработанных отходов производства;

2) объем потребления в расчете на душу населения;

3) объем загрязняющих атмосферу веществ от стационарных источников в расчете на душу населения;

4) затраты на охрану окружающей среды в расчете на душу населения;

5) площадь восстановленных лесов на душу населения;

6) сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты в расчет на душу населения;

7) объем образования отходов производства и потребления в расчете на душу населения;

8) объем оборотной и последовательно используемой воды в расчете на душу населения.

Э.В. Маймина и С.Д. Фурсоватакже предложили список основных показателей экономической и социальной устойчивости развития [235]:

– ВРП на душу населения;
– Объем инвестиций в основной капитал на душу населения;
– Степень износа основных фондов экономики;
– Уровень безработицы населения;
– Уровень заболеваемости населения;
– Среднедушевые денежные доходы населения;
– Уровень бедности населения.

С.В. Коноваленков предлагает в качестве основного показателя устойчивого развития региона будем использовать показатель «качество жизни» [207]. «Качество жизни» включает определенную совокупность объективных и субъективных факторов, таких как здоровье, продолжительность жизни, состояние окружающей среды, качество питания, жилищные условия, социальный состав населения, удовлетворение духовных культурных и потребностей, психологический климат в семье и на работе и т. п. При внимательном рассмотрении совокупности факторов, характеризующих качество жизни можно с высокой степенью достоверности считать, что рост реальных доходов населения является основным показателем, характеризующим повышение качества жизни населения, проживающих в данном регионе, и соответственно показателем его устойчивого развития.

Гнатюк С.Н. предлагает использовать показатели по основным составляющим устойчивого развития экономики: экономическим, социальным, экологическим [141]:

- объём ВРП, доля расходов на конечное потребление в структуре ВРП, доля валовых накоплений в конечном потреблении;

- объем и темпы роста производства в промышленности, сельском хозяйстве, объем строительно-монтажных работ и грузоперевозок;

- отраслевая структура ВРП, доля высокотехнологичных отраслей промышленности;

- численность и половозрастная структура населения, естественное и механическое движение населения;

- трудовые ресурсы, обеспеченность рабочей силой и квалифицированными кадрами в соответствии с требованиями рыночной экономики, состояние и структура занятости, уровень и динамика безработицы;

- стоимость и структура основных производственных фондов, показатели их воспроизводства;

- наличие запасов и уровень использования минерально-сырьевых, топливно-энергетических, лесных, водных, земельных ресурсов;

- объем и структура розничного товарооборота, объем платных услуг;

- удовлетворение спроса населения, состояние продуктовых рынков;

- финансовые показатели, отражающие степень скованности региона в разработке и осуществлении стратегии устойчивого развития;

- реальные денежные доходы, уровень среднедушевых доходов, уровень бедности, средний размер заработной платы, пенсий;

- экологическая емкость экосистем и уровень загрязнения экосистемы.

А.Я. Троцковский и Ю.А. Перекаренкова в своих исследованиях особое внимание обращают на анализ истоков, форм, а также последствий популизма в стратегическом планировании развитии региона [323]. Проведенное исследование авторов позволило сделать вывод о существовании плановых и фактических показателей, которые позволяют делать корректировку запланированных изначально результатов ежегодно. Используя результаты Стратегии развития Алтайского края на период 2002-2010 гг. были установлены две группы показателей: производственные показатели (ВРП, объемы промышленной продукции, инвестиции в основной капитал) и показатели уровня жизни населения (среднемесячная заработная плата, прирост заработной платы, среднедушевые денежные доходы населения , доля населения с доходами ниже величины прожиточного минимума, обеспеченность жильем на 1 человека, отношение величины среднего денежного дохода в расчете на душу населения к величине прожиточного минимума). Преимуществом данного подхода является

возможность получения данных из Росстата, что гарантирует доступность всех слоев населения и объективность полученной информации [323].

Е.Н. Сабына в своей работе «Стратегия социально-экономического развития: важные аспекты разработки и реализации» справедливо отмечает отсутствие однозначных методик статистического измерения результатов достижения стратегии развития. Как указывает автор, данный аспект негативно влияет не только на измеряемость, обоснованность и реализуемость целей, но и на мероприятия по их достижению [82]. Ввиду вышеперечисленного Е.Н. Сабына указывает на необходимость адекватности формулирования целевых показателей по ключевым параметрам и мероприятиям в целях достижения поставленных задач. Также предлагается сформировать индикаторы, которые бы отражали четкость изложения в документации стратегий развития [300].

Рассматриваемая Е.В. Рожковым стратегия социально-экономического развития Пермского края на период до 2035 г. и плана мероприятий по реализации указанной стратегии отразила определение целевого программирования как основы стратегического планирования развития региона. В исследовании автора прослеживается четкая взаимосвязь основных социально-экономических показателей и характеристик региона, а именно: численность населения, естественный прирост и убыль населения, миграционный прирост и убыль населения, численность безработных, валовый региональный продукт (валовая добавленная стоимость), в текущих основных ценах [296]. При этом, социально-экономическим состоянием региона является совокупность объективных (макроэкономические условия, положение региона в общественном разделении труда, отраслевое разнообразие и т.д.) и субъективных факторов (методы регионального управления и др.) [340].

И.П. Варнавская представила свой взгляд на социально-экономическое развитие региона сквозь призму социального партнерства. Прежде всего, благодаря социальному партнерству автором представляется возможным повышение качества жизни, установление социальной стабильности в регионе. Для оценки эффективности системы социального партнерства в работе

И.П. Варнавской приводится пример рейтинговой оценки корпоративной социальной ответственности на уровне муниципальных образований. Представленная методика оценки содержит четыре группы показателей (совокупность 18 показателей). Первая группа содержит показатели деятельности территориальных трехсторонних комиссий по регулированию социально-трудовых отношений. Вторая группа представляет показатели, отражающие уровень социального партнерства в регионе. В рамках третьей группы содержатся показатели состояние коллективно-договорных отношений. Четвертая группа отражает финансовые аспекты трудовых отношений и состояния региона. Каждый показатель оценивается отдельно, после чего суммированный результат по четырем группам представляет собой рейтинг муниципальных районов [106].

На основании проведенного обзора **автором составлена** сводная таблица показателей (таблица 22).

Таблица 22 – Сводная таблица целевых показателей устойчивого развития регионов

Социальные показатели	**Экономические показатели**	**Экологические показатели**
Численность населения	ВРП	Объем утилизированных и переработанных отходов производства
Реальные доходы населения	Объем производства	Объем потребления
Средний размер заработной платы	Темпы роста производства	Объем загрязняющих атмосферу веществ от стационарных источников
Уровень бедности	Стоимость производственных фондов	Затраты на охрану окружающей среды
Средний размер пенсионных начислений	Наличие запасов	Площадь восстановленных лесов
Уровень заболеваемости	Объем произведенных товаров	Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты
Коэффициент Джини	Уровень безработицы	Объем образования отходов производства и потребления
Потребительские расходы в среднем	Степень износа основных фондов	Объем оборотной и последовательно используемой воды
Плотность населения	Объем инвестиций в основной капитал	Инвестиции, направленные на природоохранные мероприятия

Окончание таблицы 22

Численность населения с доходами ниже величины прожиточного минимума	Оборот организаций	
Ожидаемая продолжительность жизни	Сальдированный финансовый результат деятельности организаций	
Общая площадь жилых помещений, приходящаяся на одного жителя	Доля убыточных предприятий	
Число зарегистрированных преступлений	Объем инновационных товаров, работ, услуг	
Индекс развития человеческого потенциала	Затраты на научные исследования	
Число больничных коек	Производительность труда	
Численность врачей	Число занятых в экономике	
Количество выпущенных специалистов образовательными учреждениями высшего образования	Просроченная задолженность по выплате зарплаты	
Количество денежных средств у населения	Численность экономически активного населения	
Вклады физических лиц, привлеченные кредитными организациями	Удельный вес долгосрочных вложений в общем объеме финансовых вложений	
Расход на здравоохранение	Темп роста экспорта машин, оборудования и транспортных средств	
Детская смертность	Индекс производства электроэнергии, газа и воды	
Коэффициент миграции		
Темп роста населения		

Авторская таблица

Показатели, представление в таблице 22 могут рассматриваться для составления целевого вектора для задач оптимизации стратегии качества регионов на базе устойчивого развития.

3.3 Цифровые методы анализа стратегии качества развития регионов

Проблема формирования оптимальной стратегии качества устойчивого развития регионов состоит в том, что составляющие устойчивого развития,

характеризуются множеством взаимозависимы показателей, что ставит вопросы такого развития. Трудность определения сложных социально – экономических объектов, в том числе регионов, состоит в их многоплановости, включающей большой ряд показателей различных областей деятельности: экономической, социальной, экологической, а также в стохастической природе ее формирования. Вышеперечисленное ставит проблему применения информационных технологий для выявления комплексного уровня качества и дальнейшего его повышения.

Также имеются проблемы, состоящие в том, что многие показатели имеют разнонаправленный характер взаимовлияния [83;84]. Например, экологические показатели резко улучшаются, если сокращается производство; социальные показатели зависят с одной стороны от получаемой прибыли, а с другой страны, уменьшают прибыль и соответственно инвестиции в основной капитал экономики на величину объема средств для проведения социальных мероприятий и подобные другие зависимости [80;144]. Поэтому требуется нахождение оптимального баланса составляющих, что можно сделать на основе оценки, анализа взаимосвязи показателе и нахождения оптимального решения.

Вопросами исследования является многокритериальный анализ стравляющих устойчивого развития регионов на основе математического моделирования с применением цифровых технологий, в том числе кластерного, регрессионного методов, нейросетевого программирования для нахождения оптимальных решений при формировании качества устойчивого развития, в том числе и нахождении тензора качества устойчивого развития.

В научной литературе имеются наработки по использованию нейронных сетей [37]. Вместе с тем методических рекомендаций для практического применения нейронных сетей по оптимизации качества устойчивого развития регионов в условиях цифровизации еще недостаточно. Нужна новая математическая модель для цифровизации многопараметрического критерия качества, которая бы соответствовала современным представлениям о окружающей действительности.

Сформировать многопараметрические модели качества устойчивого развития регионов, определить номенклатуру входных и выходных показателей устойчивого развития регионов, выбрать и применить методы математического моделирования, на основе которых сформулировать рекомендации для достижения оптимального уровня качества устойчивого развития регионов путем применения нейро сетевого программирования и формирования тензора качества.

Оценивать качество устойчивое развитие регионов уместно на основе показателей, характеризующих субъект. Основные показатели качества устойчивого развития определяют степень достижения критериев устойчивого развития для удовлетворенности заинтересованных сторон [142]. Показатели должны охватывать различные аспекты деятельности региона; не должны дублировать друг друга; должны быть официально опубликованы государственными органами для повышения достоверности и точности выводов; иметь количественную характеристику. Для того чтобы определить перечень влияющих и определяющих показателей необходимо обозначить взаимосвязанные показатели и определить критерии их выбора.

На основе обзора литературы и собственных исследований, был сформирован перечень показателей результатов устойчивого развития региона по трем сферам устойчивого развития: экономической, социальной, экологической составляющим, отражающиеся в отчётности РОССТАТа.

На основе обзора литературы, представленного в п.3.2, и ГОСТ Р ИСО 37120-2015, был сформирован перечень показателей устойчивого развития региона. Предлагается разделить показатели по трем категориям устойчивости и для описания экономической и социальной сферы использовать относительные показатели, так как они лучше характеризуют эффективность и реальный уровень, но для экологической сферы следует использовать абсолютные показатели, так как влияние данных показателей распространяется не только на описываемый регион (таблица 23).

Таблица 23 – Показатели качества устойчивого развития регионов

Категории устойчивости	Показатели		
Экономическая устойчивость	ВРП на душу населения, руб.		x1
	Уровень безработицы (15 лет и старше), %		x2
	Среднедушевые денежные доходы населения, руб.		x3
	Стоимость основных фондов на душу населения, млн. руб.		x4
	Инвестиции в основной капитал на душу населения, руб.		x5
	Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг на душу населения, руб.	Добыча полезных ископаемых	x5
		Обрабатывающие производства	x6
		Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	x7
		Водоснабжение и водоотведение	x8
	Расходы бюджета на душу населения, руб.		x10
	Объем инновационных товаров, работ и услуг на затраты на научные исследования и разработки, руб.		x11
Социальная устойчивость	Коэффициент естественного прироста населения на 1000 чел. населения		x12
	Смертность населения (без показателя смертности от внешних причин), число умерших на 100 000 чел. населения		x13
	Коэффициент миграционного прироста на 10000 человек населения		x14
	Численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума, в % от общей численности населения субъекта		x15
	Уд. вес аварийного жилищного фонда в общей площади всего жилищного фонда, %		x16
	Заболеваемость на 1000 чел. населения (зарегистрировано заболеваний у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни)		x17
	Число зарегистрированных преступлений на 100000 человек		x18
	Уд. вес фиксированного набора потребительских товаров и услуг в среднедушевых доходах населения, %		x19
	Выпуск специалистов среднего звена, бакалавров, специалистов, магистров, тыс. чел.		x20
Экологическая устойчивость	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников, тыс. т.		x21
	Улавливание загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, тыс. т.		x22
	Использование свежей воды, млн. м3		x23
	Объем оборотной и последовательно используемой воды, млн. м3		x24
	Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, млн. м3		x25

Авторская таблица

Для комплексного многопараметрического анализа показателей можно применить **кластерный анализ**. Математический кластерный анализ в статистике представляет собой комплекс методов классификации по нескольким параметрам одновременно, вследствие чего формируются кластеры, которые являются группами схожих объектов. При проведении математического кластерного анализа наиболее объективно можно использовать метод Варда, который использует для оценки расстояний между кластерами методы дисперсионного анализа. Также в анализе применялось Евклидово расстояние - геометрическое расстоянием в многомерном пространстве.

Основная цель кластерного анализа - разделение множества исследуемых объектов и признаков на однородные группы или кластеры. Благодаря этому инструменту происходит классификация переменных для определения скрытой структуры [56]. Метод кластерного анализа может использоваться во множестве случаев, даже в простых группировках на основе количественного сходства.

Преимуществом кластерного анализа является то, что он дает возможность обработки большого массива данных. Также данный инструмент выделяется среди других аналитических методов тем, что рассматриваемые показатели могут иметь различный формат, что не повлияет на результативность анализа [86;88].

При анализе качества развития регионов безусловно образуется большой объем данных. В связи с этим появляется ряд проблем и затруднений, связанных с тем, что во время исследования можно упустить важный параметр или взаимосвязь при обработке такого массива. Кластерный анализ в данном случае является инструментом для решения этой проблемы, так как он позволяет значительно сократить объем анализируемой информации, разделить его и облегчить дальнейшие исследования.

При последующем анализе эффективно использовать другие аналитические инструменты, такие как регрессионный анализ, что будет способствовать более точным результатам и выводам.

Задача кластерного анализа состоит в том, чтобы исходя из объема данных множества Y, разделить множество объектов N на m кластеров (X_1 ,X_2 , … ,X_m),

так, чтобы каждый объект N_i принадлежал одному единственному кластеру, и при этом объекты, принадлежащие одному и тому же кластеру X_1 (N_1; N_2; …; N_i), были подобными, а объекты других кластеров X_2 (N_1; N_2; …; N_i) были отличными, несходными.

Кластер обладает следующими математическими характеристиками:

– *Центр кластера* – это среднее геометрическое место точек в пространстве переменных.

– *Радиус кластера* – это максимальное расстояние точек от центра кластера.

– *Размер кластера* может быть определен либо по радиусу кластера, либо по среднеквадратичному отклонению объектов для этого кластера. Объект принадлежит кластеру, если расстояние от объекта до центра кластера меньше радиуса кластера.

Для интерпретации кластеров и выбора методов группировки необходимо определить близость объектов друг у другу. Сложность заключается в подборе метода вычисления расстояния между объектами. Метрическое расстояние — это расстояние между объектами, характеризующимися определенным количеством показателей p, в p-мерном пространстве.

Существует несколько видов метрик, как способов определения метрического расстояния:

1. Линейное расстояние;

2. Евклидово расстояние, которое чаще всего используется в кластерном анализе, представляет собой геометрическое расстояние в многомерном пространстве;

3. Квадрат евклидово расстояния используется для придания больших весов более отдаленным друг от друга объектам;

4. Обобщенное степенное расстояние Минковского представляет только математический интерес как универсальная метрика;

5. Расстояние Чебышева применяется для разделения двух объектов при различии их по одному показателю;

6. Расстояние городских кварталов (Манхэттенское расстояние) рассчитывается как среднее разностей по координатам. В основном результаты схожи с результатами анализа с применением евклидового расстояния, но преимущество данной метрики заключается в том, что влияние на результат единичных «скачков» значений показателей меньшее за счет отсутствия возведения в квадрат, как это делается при использовании евклидового расстояния [56].

Методы кластерного анализа также существуют различные и разделяются на две группы:

– иерархические;

– неиерархические.

Иерархическая кластеризация представляет собой последовательное разделение больших кластеров на меньшие или наоборот объединение меньших кластеров в большие.

Иерархические агломеративные методы (Agglomerative Nesting, AGNES) содержат алгоритм объединения кластеров, который заключается в том, что на нулевом шаге каждый объект представляется как отдельный кластер и в дальнейшем происходит группировка в большие кластеры пока на последнем шаге все объекты не будут объединены в один.

Иерархические дивизимные (делимые) методы (DIvisive ANAlysis, DIANA) наоборот представляют собой алгоритм разделения. На нулевом шаге считается, что все объекты представляют собой один общий кластер и в дальнейшем происходит деление на кластеры меньших размеров [56].

Наглядное представление действия алгоритмов иерархических методов представлено на рисунке 23.

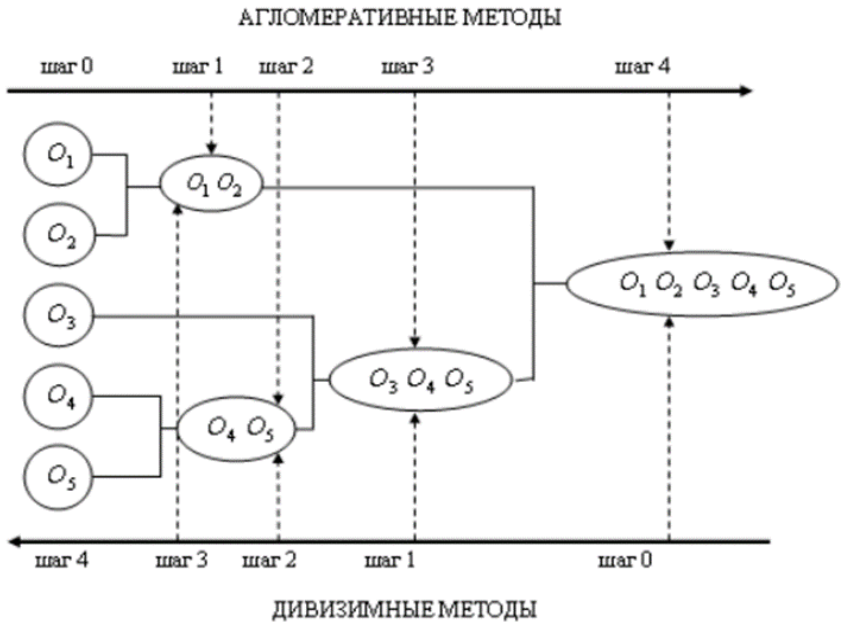


Рисунок 23 – Иерархические методы кластеризации [56]

Результатом иерархического метода является дендрограмма (от греч. dendron – «дерево»), которая наглядно представляет результат иерархического кластерного анализа. На дендрограмме можно наблюдать последовательное действие алгоритма, а также близость объектов кластера друг к другу. По своему виду дендрограмма является древовидной диаграммой, разделенной на некоторое количество уровней, каждый из которых является шагом алгоритма.

В свою очередь дендограммы разделяются по виду расположения на вертикальные и горизонтальные (рисунках 24, 25).

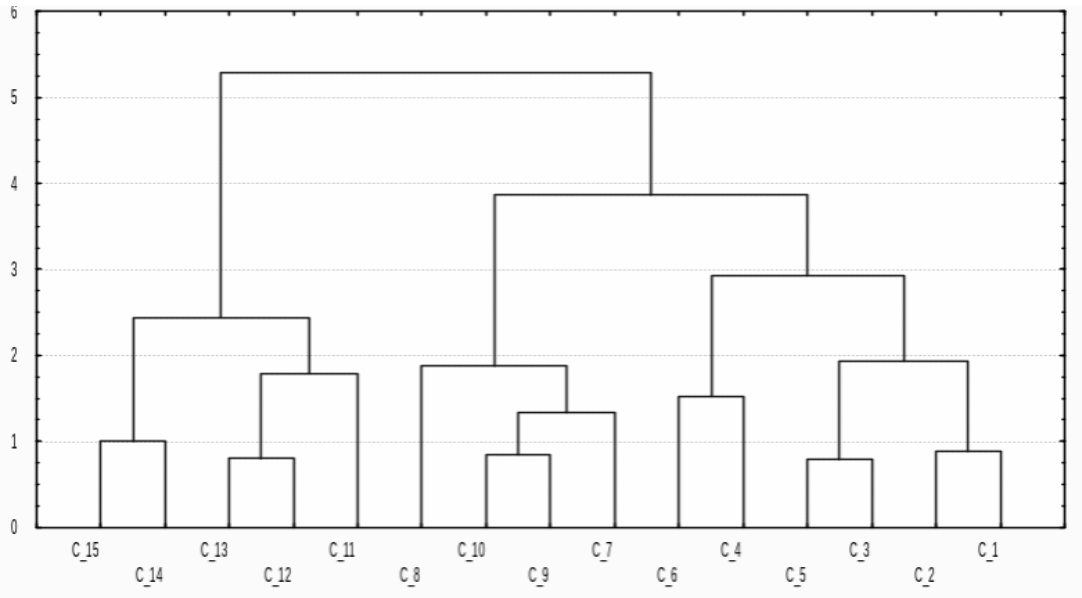


Рисунок 24 – Пример вертикальной дендограммы [31]

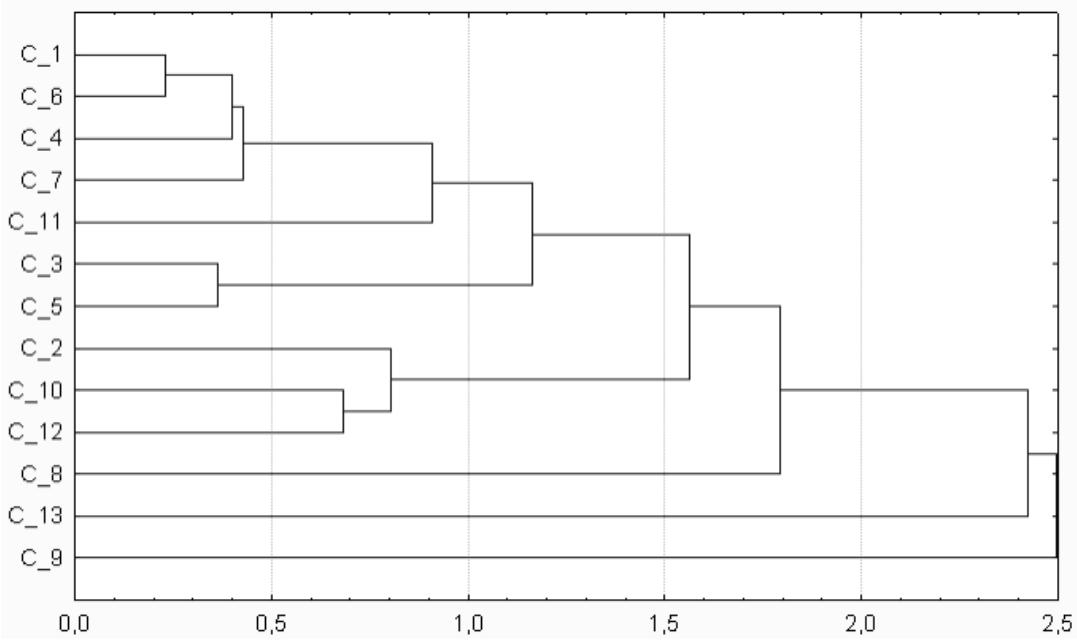


Рисунок 25 – Пример горизонтальной дендограммы [31]

Когда происходит объединение отдельный объектов в кластеры, расстояние между ними определяется мерой. Но вместе с тем, для определения расстояния между кластерами необходимо применять специальные методы. В кластерном анализе существует несколько таких методов:

1. Метод «Ближайшего соседа». Расстояние между кластерами равно расстоянию между ближайшими объектами кластеров.

2. Метод «Дальнего соседа». Расстояние между кластерами равно расстоянию между самыми дальними объектами кластеров.

3. Невзвешенное попарное среднее. В этом методе расстояние между двумя кластерами определяется как среднее расстояние между всеми парами объектов в них.

4. Взвешенное попарное среднее. Алгоритм данного метода схож с методом невзвешенного попарного среднего, только применяется в том случае, когда количество объектов в кластерах не совпадает. В этом случае число объектов в кластере применяется за весовой коэффициент.

5. Невзвешенный центроидный метод. В данном методе расстояние между двумя кластерами определяется как расстояние между центрами кластеров.

6. Взвешенный центроидный метод (медиана). Данный метод сход с невзвешенным центроидным методом, но отличие заключается в том, что данный метод учитывает размер кластеров. Таким образом, данный метод следует применять, когда предполагаются значительные различия в размерах кластеров.

7. Метод Варда. В данном методе в качестве целевой функции применяют внутригрупповую сумму квадратов отклонений, которая представляет собой сумму квадратов расстояний между каждым объектом и средней по кластеру, содержащему этот объект. На каждом шаге объединяются такие два кластера, которые приводят к минимальному увеличению целевой функции, т.е. внутригрупповой суммы квадратов. Этот метод направлен на объединение близко расположенных кластеров [56].

Представителем неиерархического вида методов кластерного анализа является группа итеративных методов кластерного анализа (метод k - средних). Их особенность заключается в том, что до начала процесса кластеризации субъект задает ряд начальных условий, таких как количество образуемых кластеров, порог завершения процесса классификации и т. д. Кроме того, в данном методе не происходит вычислений расстояний между объектами, для выполнения алгоритма достаточно только набора данных. Для этого необходимо задать базовые значения для всех переменных, которые будут являться центрами кластеров [56;87].

Преимуществом данного методы является его простота и скорость выполнения. Главную роль в этом метода играют начальные заданные значения.

Данный метод затруднительно применить к региональной кластеризации, так как потребуется определение числа кластеров и эталонных значений, которые невозможно определить для ряда показателей. Этот метод кластеризации отличается от иерархических методов и применяется, если пользователь уже имеет представление относительно числа кластеров, на которые необходимо классифицировать объекты. Данный метод удобен, когда имеется уже созданная классификация, и по набору данных необходимо распределить объекты по определенным группам.

Из всего вышесказанного следует, что такой инструмент статистического исследования как кластерный анализ имеет и ряд недостатков, так как результаты анализа сильно зависят от изначально выставленных условий, то есть он не является однозначным. Кроме того, следует учитывать, что от выбранных параметров будет завесить сила сглаживания разницы между показателями одного кластера, что может привести к искажению особенностей отдельного объекта исследования. Кроме того, часто можно столкнуться в статистических исследованиях с ситуацией, когда значение определенного показателя для конкретного объекта отсутствует. При проведение кластерного анализа этот фактор учитываться не будет.

Поэтому можно сделать вывод, что проведение такого объемного исследования как анализ качества устойчивого развития регионов не следует основывать только на кластерном анализе [89]. Для снижения влияния недостатков данного инструмента и использования его положительных сторон необходимо совмещать его с другими методами, что в совокупности будет являться более результативным.

Как говорилось ранее, кластерный анализ можно совмещать с другими методами анализа, например, такими как регрессионный многофакторный анализ.

Факторы – переменные, скрытые и не измеряемые напрямую, в той или иной мере связанные с наблюдаемыми показателями объектов – проявлениями этих факторов. Смысл факторного анализа заключается в поиске величин, не известных исследователю, благодаря которым выражаются взаимосвязи между переменными.

Факторный анализ – это набор моделей и методов для выявления, построения и анализа внутренних факторов на основе информации об их «внешнем» выражении. Факторный анализ предназначен для выявления гипотетических факторов, призванных объяснить корреляционную матрицу измеряемых переменных [56].

Конечная цель статистического анализа может быть представлена как исследование взаимосвязи результирующих показателей региона и влияющих на

результат. С помощью факторного анализа можно определить взаимосвязь между параметрами, раскрыть основы явлений и понять почему явления связаны друг с другом.

Регрессионный анализ позволяет проводить моделирование наблюдаемых данных и исследовать их свойства и особенности. Многофакторная регрессия способствует анализу связи между результирующей зависимой переменной и независимыми влияющими переменными. Факторный анализ предоставляет простую модель взаимосвязи явлений на более высоком причинном уровне, что очень важно как для теоретических, так и для практических исследований.

Кластерный анализ в статистике представляет собой комплекс методов классификации по нескольким параметрам одновременно, вследствие чего формируются кластеры, которые являются группами схожих объектов.

При проведении кластерного анализа в данной работе был использован метод Варда и как метрика было выбрано Евклидово расстояние, таким образом, оценка геометрического расстояния многомерного пространства производится с помощью методов дисперсионного анализа.

Предполагается, что **регионы можно классифицировать и объединить с помощью применения математического кластерного анализа**. Кластерный анализ является эффективным инструментом оценки при наличии множества показателей. Оценка устойчивого развития регионов основывается на кластерах для учета специфики субъектов и повышения конкурентоспособности. В исследовании проведена оценка качества устойчивого развития региона посредством формирования региональных кластеров, т.е. с помощью проведения кластерного анализа [91;94].

Кластерный анализ был проведен по показателям 85 регионов России за 2019 год. Статистическое исследование проводилось в программном комплексе IBM SPSS Statistics 26. Дендрограмма полученных кластеров представлена на рисунке 26.

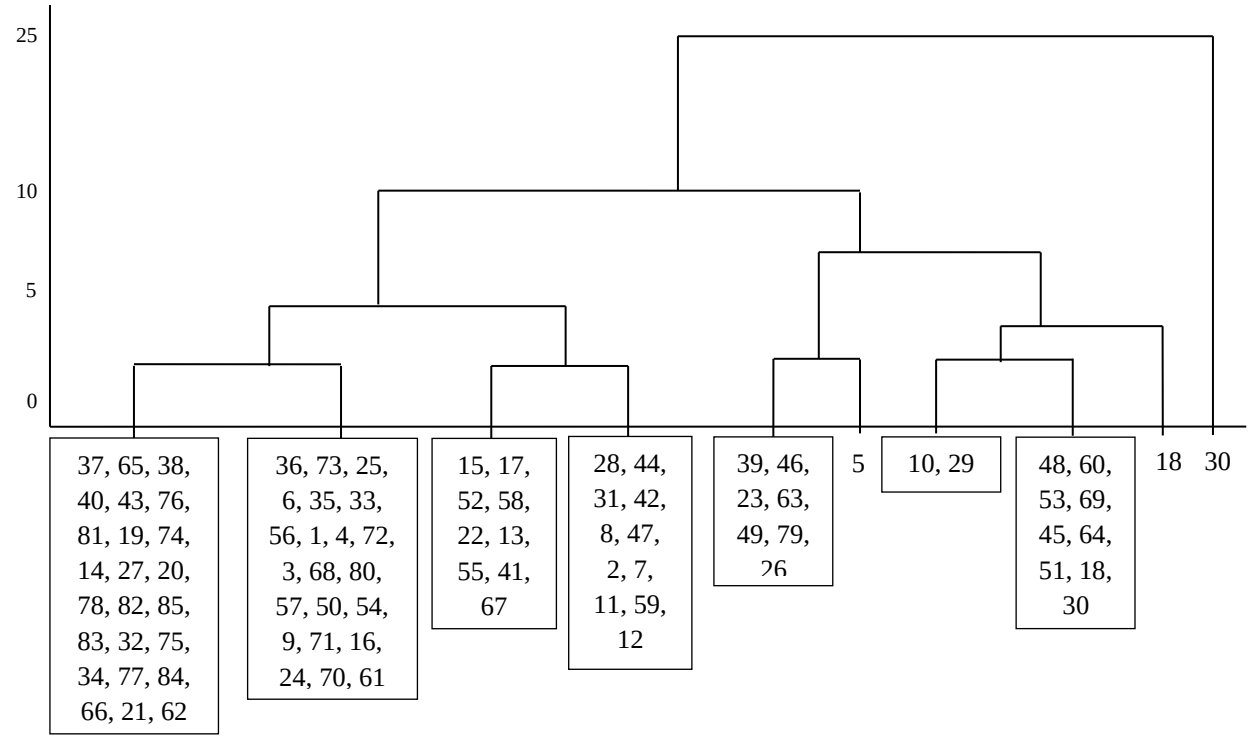


Рисунок 26 - Кластерный анализ развития регионов России

(Авторский рисунок)

На оси абсцисс показаны номера регионов, а по оси ординат отложено расстояние между кластерами в процентах от максимально возможного расстояния в группе наблюдений. На первом этапе каждый регион является отдельным кластером, расстояния между объектами определяются Евклидовым расстоянием.

Таким образом, минимальным расстоянием является то, при котором произошло первое объединение. Из рисунка 25 видно, что ни в один кластер не вошли регионы под номерами 30 - Республика Адыгея (Адыгея) -, 5 - Ивановская область - и 18 - Город Москва (город федерального значения). Для более полного и подробного анализа полученных кластеров следует не включать данные регионы ни в один из выделенных кластеров. Их следует оценивать отдельно.

На основе дендрограммы формируем таблицу 24 со структурой кластеров.

Таблица 24 – Структура кластеров

№	Структура кластера
1	1. Город федерального значения Севастополь; 2. Рес. Алтай; 3. Рес. Дагестан; 4. Кабардино-Балкарская Рес.; 5. Чеченская Рес.; 6. Рес. Саха (Якутия); 7. Амурская обл.; 8. Рес. Карелия; 9. Томская обл.; 10. Тамбовская обл.; 11. Новгородская обл.; 12. Рес. Коми; 13. Камчатский край; 14. Магаданская обл.; 15. Чукотский автономный округ; 16. Сахалинская обл.; 17. Рес. Крым; 18. Рес. Бурятия; 19. Астраханская обл.; 20. Забайкальский край; 21. Еврейская автономная обл.; 22. Рес. Тыва; 23. Ненецкий автономный округ (Архангельская область); 24. Ямало-Ненецкий автономный округ (Тюменская область).
2	1. Ростовская обл.; 2. Омская обл.; 3. Ленинградская обл.; 4. Калужская обл.; 5. Волгоградская обл.; 6. Краснодарский край; 7. Самарская обл.; 8. Белгородская обл.; 9. Воронежская обл.; 10. Новосибирская обл.; 11. Владимирская обл.; 12. Алтайский край; 13. Хабаровский край; 14. Саратовская обл.; 15. Чувашская Рес. – Чувашия; 16. Оренбургская обл.; 17. Липецкая обл.; 18. Кемеровская обл.– Кузбасс; 19. Тульская обл.; 20. Калининградская обл.; 21. Иркутская обл.; 22. Ханты-Мансийский автономный округ - Югра (Тюменская область).
3	1. Тверская обл.; 2. Ярославская обл.; 3. Кировская обл.; 4. Ульяновская обл.; 5. Архангельская обл. (кроме Ненецкого автономного округа); 6. Смоленская обл.; 7. Пензенская обл.; 8. Карачаево-Черкесская Рес.; 9. Рес. Хакасия.
4	1. Псковская обл.; 2. Ставропольский край; 3. Рес. Калмыкия; 4. Рес. Северная Осетия-Алания; 5. Курская обл.; 6. Рес. Мордовия; 7. Брянская обл.; 8. Костромская обл.; 9. Орловская обл.; 10. Курганская обл.; 11. Рязанская обл..
5	1. Рес. Ингушетия; 2. Рес. Марий Эл; 3. Вологодская обл.; 4. Тюменская обл.; 5. Удмуртская Рес.; 6. Приморский край; 7. Мурманская обл..
6	1. Московская обл.; 2. Город Санкт-Петербург (город федерального значения).
7	1. Рес. Татарстан (Татарстан); 2. Свердловская обл.; 3. Нижегородская обл.; 4. Красноярский край; 5. Рес. Башкортостан; 6. Челябинская обл.; 7. Пермский край.

Авторская табл.

Для того, чтобы интерпретировать полученные результаты и определить особенности кластеров, были определены средние значения показателей по каждому кластеру. Таблица со средними значениями для каждого кластера представлена в Приложении Е.

На рисунке можно видеть распределение регионов по группам – кластерам, а также расстояние между кластерами в процентах.

Из рисунка видно, что ни в один кластер не вошли регионы под номерами 30 - Республика Адыгея (Адыгея), 5 - Ивановская область и 18 - Город Москва (город федерального значения). Их следует оценивать отдельно друг от друга и от других кластеров.

Республика Адыгея и Ивановская область отличаются резко негативными результатами практически по всем показателям, положительные тенденции

наблюдаются только в экологической сфере, которая также не лишена и негативных результатов. Два этих региона не были объединены в один кластер, так как значения их показателей сильно отличаются друг от друга по большинству параметров.

Город Москва, наоборот, выделяется исключительно высокими показателями как в экономической, так и в социальной сферах, при этом имея проблемные показатели в экологической сфере, но высокие показатели настолько отличаются от остальных регионов, что данный субъект невозможно было отнести ни к одному кластеру.

Таким образом, кластерный анализ способствует эффективной оценке качества устойчивого развития регионов, соблюдению баланса экономической, социальной и экологической сферы и проектированию дальнейшего пути модернизации.

Кластер 1 отличается спорными результатами в экономической сфере, так как он занимает либо лидирующие позиции, либо наоборот отстающие. Но отставание в основном такое разительное, что можно прийти к выводу, что экономическая сфера у 1 кластера находится на низком уровне. Плохие результаты также показывает и социальная сфера. Но вот в экологическом развитии наоборот положительное и умеренное развитие. Кластер 2 во всех сферах практически всегда занимает среднюю позицию, но отличается положительными результатами в добыче полезных ископаемых, но отрицательными в естественном приросте, смертности, выбросах загрязняющих веществ и использовании свежей воды. Кластер 3 выделяется положительными результатами в экономической и экологической сферах, но резко отрицательными результатами в социальном развитии практически по всем показателям, кроме численности населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума и числа преступлений. Кластер 4 отличается негативными результатами в экономической и социальной сферах, но положительной в экологической. Кластер 5 отличается умеренным развитием во всех сферах – присутствуют единичные лидирующие и отстающие показатели. Кластер 6 с

сильным отрывом лидирует в экономической и социальной сферах, но проблемными остаются показатели использования свежей воды и в особенности сброса загрязненных сточных вод. Кластер 7 отличается положительными результатами в экономике в сфере производства, но вероятно из-за этого имеются проблемы с экологией, а именно с выбросами загрязняющих веществ, социальная сфера показывает негативные результаты относительно числа преступлений, заболеваемости и естественного прироста.

В результате оценки показателей можно сделать вывод, что из всех представленных кластеров самым лидирующем можно назвать 6 кластер, а самым отстающим 4 кластер. Кластеры 1 и 3 являются достаточно проблемными в определенных областях, а кластеры 2, 5 и 7 ы можно назвать умеренно-стабильными. Резюмируя, отметим, что применение кластерного анализа крайне полезно при оценке качества устойчивого развития регионов на краткосрочный период, поскольку это позволит проанализировать влияние отдельных факторов на сбалансированность развития региона, а также оценить возможные последствия изменения показателей в перспективе.

Также кластерный анализ позволил построить ряд регрессионных моделей, иллюстрирующих взаимозависимость усредненных показателей для каждого из семи выделенных кластеров. Для этого сначала надо построить матрицу парных корреляций между всеми рассматриваемыми показателями кластеров. Далее отобрать показатели, которые имеют самую сильную взаимосвязь с другими показателя и не коррелируют с другими показателями с целью учета мультиколлинеарности.

Анализ проводится на основе средних показателей, характеризующих семь выделенных кластеров. В начале необходимо построить матрицу парных корреляций между всеми рассматриваемыми показателями кластеров. Данная таблица представлена в Приложении Е. Далее были отобраны показатели, которые имеют самую сильную взаимосвязь с другими показателя и не коррелируют с другими показателями сильнее с целью учета мультиколлинеарности. Необходимо исследовать все показатели, которые

показывают возможную коллинеарность, так как кластерный анализ показал, что проблемными являются все показатели в зависимости от кластера.

В результате, на основании анализа корреляции получили ряд таких интересных уравнений регрессии (обозначения показателей в соответствии с таблицей 3.5):

$$X1 = 155573.3*X4+1.5*X5+69458.3 \quad (24)$$

t-статистика x4 = 4.4, t-статистика x5 = 3.5, R-квадрат = 0.987, F статистика = 149.2.

$$X15 = 1.565*X2 + 5.096 \quad (25)$$

t-статистика = 4.9, R-квадрат = 0.826, F статистика = 23.8.

$$X18= 57.5*X15 + 589.3 \quad (26)$$

t-статистика = 4.3, R-квадрат = 0.787, F статистика = 18.4.

$$X20= 0.00000274*X7+5.382 \quad (27)$$

t-статистика = 28.7, R-квадрат = 0.994, F статистика = 823.3.

$$X21=6.043*X6+ +0.124*X24+ +79.32 \quad (28)$$

t-статистика x6 = 2.2, t-статистика x24 = 6.9, R-квадрат = 0.964, F статистика = 53.8.

$$X25 = 0.000044*X7 – 7.295 \quad (29)$$

t-статистика = 9.3, R-квадрат = 0.945, F статистика = 85.5.

Статистические характеристики регрессий, вычисленные в программном комплексе IBM SPSS Statistics 26 показывают высокую надежность моделей.

Выводами подобных исследований явилось выявление значимых зависимостей таких как: валового регионального дохода на душу населения (X1) от основных фондов и инвестиций; численности населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума (X15) от уровня безработицы; уровня преступности (X18) от численности населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума; выпуска специалистов среднего звена, бакалавров, специалистов, магистров (X20) от роста обрабатывающих производств; объема оборотной и последовательно используемой воды (X21) и

средняя от добычи полезных ископаемых; сброса загрязненных сточных вод (X25) от роста обрабатывающих производств.

Вместе с тем проведенный выше кластерный анализ не позволяет провести количественный анализ влияния тех или иных факторов на основные критерий качества устойчивого развития регионов в следствии многообразия определяющих его параметров, а также в следствии того, что они латентны и коррелируют друг с другом. Поэтому данные следует представить в виде тензора многомерного пространства. В этом случае, при применении формализуемых математических процедур возможна его оптимизация, т.е. в результате проведения многокритериального анализа возможно найти такое соотношение входных переменных, которое позволит максимизировать значение тензора качества устойчивого развития.

Учитывая, что компоненты тензора качества обычно положительные величины и предполагая существенное их влияние на итоговый критерий качества устойчивого развития, на основании теоремы Перрона о том, что для положительных матриц существует единственное характеристическое число с наибольшей абсолютной величиной, которое возможно выбрать как показатель оптимальности тензора качества, имеющего наибольшее собственное значение. Вычисление главного собственного вектора W положительной матрицы ||y|| проводится на основании равенства:

$$\text{У}W = \lambda\text{max}W \qquad (30)$$

где λmax — максимальное собственное значение матрицы ||y|, получаемого из формулы (31):

$$\lambda\text{max} = \text{eT}||\text{y}||W \qquad (31)$$

Для определения компонент тензора качества наиболее эффективно строить регрессионные зависимости с использованием построения нейронных сетей и их обучением по схеме «с учителем» [37;71]. С помощью регрессионного анализа находятся зависимости компоненты, характеризующие результирующее качество устойчивого развития экономической, социальной и экологической составляющих от показателей ресурсов региона и показателей внешнего

окружения, по которым будет сформирован соответствующий тензор. В ходе его создания должны быть созданы и обучены линейные нейронные сети с определённой архитектурой.

При этом задавались следующие настройки : - тип сети – многослойный персептрон (MLP); - минимальное количество скрытых нейронов в сети – 10; - максимальное количество скрытых нейронов в сети – 30; - количество сетей для обучения – 200; - количество сетей для сохранения – 5. В исследовании важно выделение из массива общих данных блока выходных (зависимых) переменных и объединение их в тензор. А также установить входные переменные как независимые, в данном случае 12 показателей ресурсных и внешних факторов. Далее необходимо построить регрессионные нейронные сети для каждой выходной переменной. Нейронная сеть типа MPL 12-22-1 для одной из выходных переменных представлена на рисунке 27.

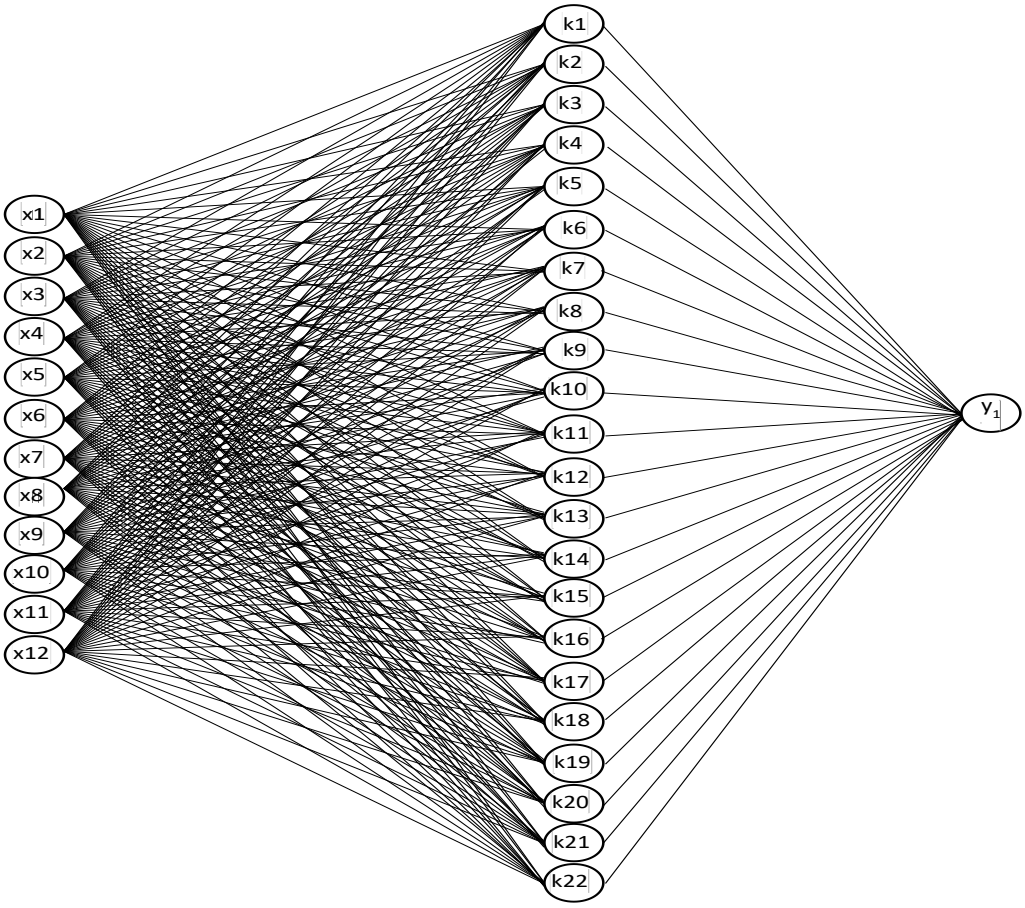


Рисунок 27 - Архитектура нейронной сети конфигурации 12-22-1 для выходного параметра y_1

Следует провести анализ чувствительности всех переменных, который покажет важность всех факторов. Построенные нейронные сети имеют большую производительность и низкий процент ошибок по всем трем выборкам: обучающей, тестовой и контрольной. Значения производительности приближены к единице, что свидетельствует о высокой приближенности данных к реальным значениям процесса. Использование регрессионных зависимостей полученной математической модели позволяет предсказывать величины компонент тензора качества экономического развития с высокой долей вероятности

Представленный подход может лечь в основу исследования построения тензора качества устойчивого развития регионов на основе официальных данных РОССТАТ, как постановка новой задачи на основе современных цифровых технологий. Вместе с тем такая работа как правило занимает достаточно длительное время (несколько месяцем), что будет проводиться в перспективе данной группой исследователей. Анализ изменения значений характеристических чисел, соответствующих тензорам качества устойчивого развития проведенный в ходе планированного численного эксперимента с построенной математической моделью, позволил выявить комплекс входных переменных, оптимизирующих значение целевой функции.

В результате получены следующие результаты:

Сформирован состав из 25-ти ключевых статистических показатели устойчивого развития регионов, значение которые отражаются в официальной отчётности РОССТАТ, что позволит использовать достоверные данные в ходе математического моделирования;

В результате применения кластерного анализа выделено семь экономических кластеров, для которых возможна разработка рекомендаций для улучшения, так же представлен регрессионный анализ зависимости усреднённых по кластерам показателей, позволяющих установить наиболее значительные зависимости, дающие возможность регулировать такие показатели;

Осуществлена постановка задачи нахождения тензора качества устойчивого развития региона на основе современных методов использования искусственного интеллекта в виде нейро сетевого программирования.

Представленный подход применения математического моделирования важен для стратегии качества социально – экономического развития регионов, так как позволяет находить пути достижения сбалансированного уровня экономического роста, социальной справедливости и экологической обстановки в регионах.

В ходе детального исследования возможны методы с использованием классификации, кластеризации и регрессионного анализа.

Однако особенно перспективными представляются подходы с помощью построения нейронных сетей, в которых могут быть выявлены взаимосвязанные факторы и степень их влияния друг на друга и на конечный результат, что, позволяет оптимизировать качество устойчивого развития за счет наиболее оптимального подбора значений управляемых входных параметров при постоянно меняющихся условиях окружающей страды. При этом возможно осуществлять дальнейшее обучение нейронных сетей на основе новых данных, охватывающих наибольшее количество возможных ситуаций. Задачей дальнейших исследований является построение общей методологии, которая бы позволила построить тензор качества устойчивого развития регионов и определить параметры, его обеспечивающие с использованием технологий искусственного интеллекта на базе нейронных сетей.

Выводы главы 3

В параграфе. 3.1 сделана постановка задачи оптимизации составляющих всеобщей стратегии качества устойчивого развития СЭО и определения направления развития. Исследовано формулирование оптимального вектора при меняющихся ресурсах и внешних обстоятельствах. Для этого была разработана принципиальная векторная модель формирования показателей стратегии качества устойчивого развития. Был выявлен ряд проблем, таких как взаимозависимость показателей, недостаточность объема данных, и пути их решения. Также отмечается важность достоверности модели для оптимизации показателей, которая способная обрабатывать большое количество данных и строить дальнейшие прогнозы.

В параграфе 3.2 рассмотрено содержание целевого вектора для оптимизации стратегии качества регионов. Большинство изученных авторов разделяют показатели устойчивого развития на социальные, экономические и экологические. Отмечено, что устойчивое развитие региона способствует долгосрочному удовлетворению потребностей всего общества. На основе изученной литературы был составлен перечень основных показателей, характеризующих устойчивое развитие регионов по трем вышеуказанным категориям. Данные показатели могут использоваться для оптимизации стратегии устойчивого развития.

В параграфе 3.3 рассматривается стратегии качества развития регионов на основе устойчивого развития регионов России. Современная стратегия качества устойчивого развития требует применения инновационных инструментов и методов для обеспечения успешной реализации. Цель данного исследования заключалась в формулировании рекомендаций для достижения оптимальной стратегии качества устойчивого развития регионов на основе многопараметрических моделей устойчивого развития, построенных с применением методов математического моделирования, использованием нейронных сетей и тензора качества. На основе данных методов предлагается решить проблему многокритериальной оценки качества развития и нахождения

сбалансированных показателей различных областей. Анализ составляющих стратегии качества устойчивого развития регионов на основе математического моделирования с применением цифровых технологий способствует нахождению оптимальных решений для реализации стратегии качества устойчивого развития регионов.

В параграфе 3.3 представлены методы анализа качества устойчивого развития регионов, такие как кластерный и регрессионный анализ, на сегодняшний день представляет важный аспект исследований. На данный момент кластерный и регрессионный анализ являются наиболее широко применяемыми методами анализа стратегии качества. Не меньшее применение данные методы получили среди исследователей в области анализа качества устойчивого развития регионов, использование данных методов позволяет выявить наиболее эффективные направления стратегии качества развития регионов.

В данном исследовании на основе установленного перечня ключевых статистических показателей устойчивого развития регионов был проведен кластерный анализ развития, результатами которого стали выделение экономических кластеров и их анализ. По усредненным показателям региональных кластеров проведен регрессионный анализ, установивший наиболее значительные связи. Представлен подход нахождения тензора качества устойчивого развития региона на основе методов искусственного интеллекта с применением нейросетевого программирования.

ГЛАВА 4. ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ СТРАТЕГИИ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ НА БАЗЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (НА ПРИМЕРЕ ГУП «ВОДОКАНАЛ СПБ»)

4.1 Методология создания цифрового двойника организации для определения оптимальных параметров при проектировании стратегии качества организации

Наиболее острой проблемой, стоящей сейчас перед российской промышленностью, является ускоренная модернизация и интенсификация всех процессов, а также необходимость в резком увеличении выпуска сложной наукоемкой продукции. При этом необходимо преодолевать целый ряд, в том числе и внезапных проблем, таких как ограниченность материальных и денежных ресурсов, эмбарго на поставку высокотехнологичного оборудования, комплектующих изделий, сырья и многое другое. Единственным выходом в создавшейся ситуации является оптимизация и на ее основе модернизация существующих технологий и оборудования. Главным инструментом для решения этой задачи должно стать имитационное компьютерное исследование созданных цифровых двойников процессов и изделий, позволяющее в кратчайшее время с минимальными затратами разработать оптимальную стратегию качества.

В последнее время в современном мире происходят масштабные процессы изменений деятельности всех систем, основанные на стремительном развитии целого ряда цифровых технологий [166]. Эти процессы чаще всего включают искусственный интеллект и машинное обучение, Интернет вещей и большие данные, технологии распределенного реестра и блокчейн, робототехнику и квантовые технологии, виртуальную и дополненную реальность, предиктивную аналитику, нейротехнологии и фотонику. Особое место в этом ряду принадлежит цифровым двойникам, поскольку они могут выступать не только как отдельная технология, но и как результат применения этой технологии.

Технология цифровых двойников – результат постоянного совершенствования методов разработки продукции и инженерной деятельности [391]. Эволюция этих методов началась с ручных чертежей и спецификаций и постепенно продвинулась до автоматизированного проектирования и системного проектирования на основе моделей.

Современные подходы к понятию «цифровой двойник» могут рассматриваться системно с трех сторон по следующим критериям [47]:

1) уровни анализа;

2) стадии жизненного цикла;

3) технологий, которые используются для создания цифрового двойника.

Для системы менеджмента качества особое внимание уделяется созданию цифрового двойника для всех стадий жизненного цикла изделия. Изначально упоминание цифровых двойников появилось в работе Майкла Гривса, посвященной управлению жизненным циклом изделия, они предполагали преодоление разрыва между процессами эксплуатации, производства и разработки при помощи цифрового образа объекта. Первое время цифровые двойники создавались для уже существующих объектов. Текущий уровень развития технологий способствует тому, что на сегодняшний день цифровые двойники могут создаваться на всех стадиях жизненного цикла реального объекта (включая уровни анализа – компонент, изделие и т. д.): от разработки, производства, испытания до эксплуатации и утилизации.

Как указано в работах отечественных ученых А.И. Боровкова [123;169;307], А.Н. Прохорова и М.И. Лысачева [344] в процессе разработки цифрового двойника изделия применяются «лучшие в классе» технологии. В случае, если при объединении технологий будет применена технология, не отвечающая мировому уровню, которая не является лучшей для решения рассматриваемого класса задач, то, общий уровень изделия, измеряемый по тем или иным характеристикам, снизится.

Для систем менеджмента качества автором разработан следующий алгоритм создания цифрового двойника (рисунок 28).

Рисунок 28 – Алгоритм процедуры создания цифрового двойника стратегии качества (авторский рисунок)

На первом этапе проводится комплексный анализ стратегии качества и оценка доступности входных и управляющих параметров, изучают архитектуру управления, MES-системы, оценивают знания технологов и инженеров. Особенно важно, проверить достоверность, качество и глубину собираемых данных. Для

построения полноценного цифрового двойника стратегии качества требуются конкретные данные за несколько лет. При наличии у объекта реального прототипа составляют его детальную карту, воспроизводят все процессы и характеристики.

На втором этапе эксперты задают значения требуемых значений создаваемой стратегии качества рассматриваемой системы и определяют входные параметры стратегии качества. Затем происходит очистка информации: удаляются некорректные значения и дубли, данные приводятся к единому формату, структурируются теги. Каждый параметр верифицируется с планируемыми значениями и подтверждается экспертами.

Третий этап. Основой цифрового двойника является система сложных высокоадекватных мультидисциплинарных математических и компьютерных моделей. Этот процесс может потребовать больших вычислительных ресурсов и высоких трудозатрат. При этом компьютерные вычисления и обновление цифрового двойника в соответствии с реальной системой может потребовать много времени, что может привести к замедлению работы и даже возникновению потенциальных угроз, на которые технически невозможно вовремя отреагировать.

Обычно, для создания компьютерных моделей используют различные методы:

– Метод конечных элементов (FEA — Finite Element Analysis) – для анализа внутренних элементов системы;

– FMEA-модели (Failure Mode and Effects Analysis) — для анализа надёжности систем и выявления критических шагов производственных процессов;

– CAD-модели (Computer-Aided Design/Drafting) — для расчёта внешних процессов;

– Алгоритмы машинного обучения — если применяется data-driven подход.

Последнее время для анализа сложных производственных систем часто используют гибридный метод: физико-математические формулы задают базу, а алгоритмы уточняют поведение по временным данным.

На четвертом этапе разработанную модель цифрового двойника (ЦД) подвергают верификации — процесс проверки того, что модель корректно реализует заданные экспертами в ходе проектирования стратегии качества социально-экономической системы требования, математические и алгоритмические принципы. Для этого исследуют поведение модели в простых тестовых режимах и сравнивают с известными результатами, дополняют механизмами, которые объясняют принимаемые решения и обосновывают отклонение маловероятных сценариев развития системы. Так как цифровой двойник обычно многоуровневый, поэтому проверяют его структуру и связи. Для этого осуществляют проверку корректности связей между компонентами в рамках SysML представляющей стандартизованную нотацию для фиксации требований к системе и ее поведению и включающую набор диаграмм для описания ее аспектов на протяжении всего ее жизненного цикла.

В ходе валидации достигается систематическое документальное подтверждение того, что, разработанная система стратегии качества действительно дает ожидаемые (и стабильные) результаты при ее целевом использовании. Для этого прогнозируют поведение СМК в обычном условиях и при внештатных ситуациях. Методы зависят от объекта, но, по сути, сводятся к экспертному доказательству пригодности. В случае положительной валидации переходят к пятому этапу – ВНЕДРЕНИЮ модели в СМК.

Пятый этап. Рассчитанную архитектуру цифрового двойника переносят на специальные технологические платформы (например, Siemens, Dassault Systemes, Azure Digital Twins). Они объединяют математические модели, данные и интерфейс для управления цифровым двойником, превращая его в динамическую систему. При этом нужно обеспечить отказоустойчивость системы, защитить каналы передачи данных и взаимодействия ИТ-систем, выполнить требования информационной безопасности и произвести обучение работы с интерфейсом

цифрового двойника. Проектируемый цифровой двойник органично встраивается в ключевые блоки стандарта/стратегии менеджмента качества (например, подхода ISO 9001-ориентированного), но с цифровым уклоном.

Последний шестой этап. Запуск двойника — это только начало долгой эксплуатации, затем начинается этап поддержки и развития. Модель должна обновляться вместе с реальной системой: учитываются новые данные, модернизация оборудования, изменения процессов. Система сопровождения отслеживает стабильность работы цифрового двойника, корректирует модели при изменении требований к качеству. Алгоритмы дообучаются, проводится перекалибровка и расширяется функционал системы. Периодически проводят верификацию и валидацию: сравнивают поведение цифрового двойника с реальными данными и результатами, обновляют критерии и показатели стратегии качества.

Особо важная роль в этом алгоритме принадлежит математическому моделированию, так как с помощью математических моделей можно описать изделие и его поведение в различных условиях в соответствии с теоретическими положениями статистики, кинематики, динамики, механики сплошных сред, поведения материалов под действием нагрузок и температур и т.д. А это в свою очередь обеспечивает достижение предъявляемых к изделию требований по прочности, экономичности, безопасности, комфортности, экологичности и других.

Для описания поведения изделия, как правило, используются уравнения математической физики, а для решения этих уравнений, в особенности дифференциальных уравнений в частных производных, применяются численные методы. До применения ЭВМ и современных вычислительных методов для решения уравнений исследователи обращались обычно к аналитическим методам. Однако аналитические методы не позволяют решать более сложные задачи, с которыми сталкиваются современные инженеры. Только численные методы позволяют на практике решать трехмерные динамические задачи для сложных

конструкций, добиваясь при этом требуемой точности инженерных расчетов, что необходимо для создания сложных изделий.

Развитие ЭВМ способствовало трансформации основных подходов к моделированию и переносу некоторых этапов моделирования в цифровую (компьютерную, виртуальную) среду. Необходимость использования моделей, в первую очередь математических, определяется возможностью решения с их помощью сложных инженерных задач, прогнозирования и оптимизации поведения объектов.

В настоящее время созданное специальное математическое и программное обеспечение способствуют тому, что моделирование становится профессиональным инструментом для инженерных расчетов. Сейчас многие математические задачи можно решить лишь с помощью численных методов.

Для решения математической задачи численными методами применяется алгоритм, который, как правило, реализуется на компьютере с применением технологий компьютерного и суперкомпьютерного инжиниринга (то есть специализированного программного обеспечения) [39].

Внутри такого программного обеспечения содержится модуль – решатель, который отвечает за решение уравнений на основе реализованных в нем численных методов. Следовательно, при проведении математического моделирования на ЭВМ взаимодействие исследователя напрямую происходит не с математической моделью объекта моделирования, а с вычислительной моделью в компьютерной среде, которая имеет несколько иные свойства в сравнении с исходной математической моделью. Процесс построения данной модели имеет несколько последовательных этапов.

С учетом специфики математического моделирования систем проектирования стратегией качества организацией автором был разработан алгоритм построения и исследования такой математической модели (рисунок 29).

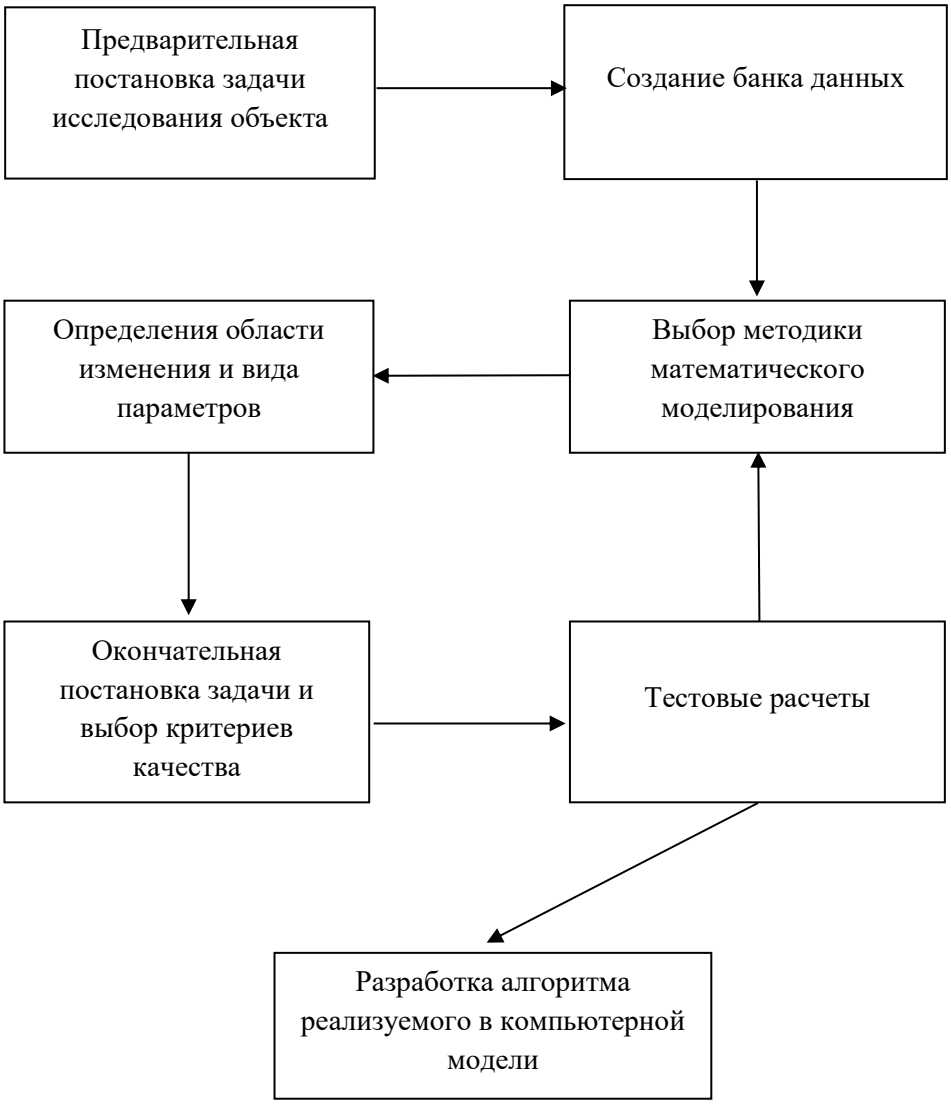


Рисунок 29 – Алгоритм оптимизации стратегии качества организации

Следует отметить, что наличие алгебраических уравнений не определяет способ расчета. Поэтому следующим этапом после физической и математической формулировки задачи выступает поиск или разработка численного метода решения поставленной задачи [48], который позволит перевести задачу от математической формулировки к некоторому вычислительному алгоритму (в некоторых случаях – после дискретизации модели). Расчеты на ЭВМ предполагают запись этого алгоритма в виде точно определенной последовательности логических и арифметических операций – программы – и ее последующий перевод на машинный язык (трансляция задачи вычислительной

системе на одном из языков программирования высокого уровня). На ЭВМ проводится серия расчетов, в результате чего инженер получает массивы чисел, описывающих поведение объекта, т. е. представляющих решение задачи. На завершающем этапе проводится анализ результатов, который позволяет оценить, удачно ли сформулирована математическая модель, удачно ли выбран вычислительный алгоритм. Анализ полученных расчетных данных и сравнение с реальным объектом зачастую свидетельствуют, что необходимо учитывать некоторые дополнительные физические факторы при моделировании. Это требует создания новой математической модели (уточнения предыдущей), для которой повторяется вычислительный цикл на более совершенной основе. Таким образом, вычисления на ЭВМ позволяют проводить изучение, прогнозирование, оптимизацию сложных многопараметрических нелинейных процессов, теоретическое и экспериментальное исследование которых традиционными методами затруднено или невозможно. Однако возникает проблема реализации вычислительного алгоритма в виде программы для ЭВМ. Для каждой модели в ходе оптимизационного исследования необходимо рассчитывать большое число вариантов для разных параметров задачи и параллельно изменять, и уточнять математическую модель. Возникновение «многовариантности» каждой модели при этом требует изменений в алгоритме программы, в связи с чем возникает вопрос эффективной организации вычислений.

Построение математической и компьютерной модели систем с использованием машинного обучения, связанных со стратегией качества организации, помимо перечисленного, имеет еще целый ряд особенностей, которые учтены в прикладных разработках автора, описанных далее.

Для решения различных задач в сфере аналитики данных предлагается использовать методы заключающиеся в использовании сочетания искусственного (ИИ) и естественного интеллекта (ЕИ).

Сочетание искусственного (ИИ) и естественного (человеческого) интеллекта сегодня рассматривается не как замена человека машиной, а как синергия: ИИ усиливает когнитивные, аналитические и исполнительные

возможности человека, а человек задаёт цели, ценности и этические рамки применения ИИ.

Это гибридные системы, где человек и ИИ: совместно решают задачи (анализ, прогнозирование, оптимизация), компенсируют недостатки друг друга: человек — креативность, контекст, этика; ИИ — скорость, объём данных, точность расчётов.

В настоящее время наблюдается взрывной рост технологий, применяющих ИИ. И теперь уже встает проблема соответствия темпов роста ИИ росту когнитивных способностей человека. Поэтому автором обращает внимание на усовершенствование методик, использующих их сочетание, в направлении организации возрастающего участия человека в человеко-компьютерных комплексах, позволяющих не только успешно решать оптимизационные задачи, но и повышать уровень естественного человеческого интеллекта.

В настоящей работе это реализуется при осуществлении, так называемого, машинного обучения. Так при проведении машинного обучения при построении нейронных сетей использовался метод, так называемого, «Обучения с учителем и без учителя», каждый из которых имеет свои особенности и применения. Эти подходы отличаются по способу обработки данных и преследуемым целям, что делает их полезными в различных сценариях и задачах.

Обучение с учителем - это техника машинного обучения, при которой модель обучается на данных с метками, где для каждого примера известен правильный ответ. Этот метод обычно используется для задач, таких как классификация и регрессия. Этот метод предполагает тренировку модели на размеченных данных - таких, где для каждого примера заранее известен корректный ответ. Чаще всего он задействуется при решении задач классификации и регрессии.

Классификация заключается в распределении объектов по заранее заданным классам. К примеру, алгоритм может анализировать электронные письма и определять, являются ли они спамом, опираясь на размеченные образцы. Среди распространённых техник классификации:

– логистическая регрессия;

– деревья решений;

– метод опорных векторов.

Регрессия направлена на прогнозирование количественных показателей на основе входных данных. Так, можно оценить стоимость недвижимости, учитывая её площадь, число комнат и локацию. Ключевые подходы к регрессии:

– линейная регрессия;

– регрессия на основе решающих деревьев.

Плюсы обучения с учителем - высокая точность модели при наличии качественных размеченных данных. Однако есть и ограничения:

– необходимость в большом объёме данных, что может быть ресурсозатратным;

– риск переобучения модели при недостаточном количестве данных.

Так же обучение с учителем требует набора данных с явными метками (ответами):

– для классификации - указанные классы объектов;

– для регрессии - точные числовые значения.

Критично: объём и качество разметки напрямую влияют на точность модели. Обучение без учителя применяется, когда метки отсутствуют или их получение слишком дорого/трудоёмко.

Так как при решении задач стратегии качества обычно всегда есть размеченные данные и нужна высокая точность предсказаний, то автором предлагается следующий методологический подход к формированию целевых показателей стратегии качества процесса производства продукции, построенный на основе вышеприведенного концептуального алгоритма формирования параметров стратегии качества и векторного представления параметров стратегии качества организации посредством цифровых методов и моделей машинного обучения, основные этапы которого можно представить в виде следующего

алгоритма:, которая реализуется в виде последовательности этапов и реализованная автором на практике в разделе 4.2.

1 этап: ставятся задачи формирования целевых показателей стратегии качества процесса производства продукции или оказания услуг (виды показателей описаны в разделе 1.2-1.3), на основании вероятностного компетентностного анализа формируется состав экспертов.

2 этап: проводиться анализ состава входных и выходных параметров, составляющих тензор качества (раздел 2.2).

3 этап: подбирается соответствующие задаче оптимальных параметров стратегии качества программные средства разработки экспертных систем, использующие искусственный интеллект (раздел 2.3);

4 этап: осуществляется имитационное моделирование и совместный учет объективных и субъективных методов, в ходе которого производится формирование и нахождение оптимальных значений полученных регрессий параметров стратегии качества, их упрощение за счет исключения мультикорелинеарности входных данных (раздел 2.3);

5 этап: построение цифрового двойника параметров стратегии качества с использованием регрессионных нейронных сетей (алгоритм представлен на рис. 27);

6 этап: с помощью ряда статистических параметрических и непараметрических критериев проверяется пригодность (адекватность) цифровой модели стратегии качества для конкретных пользователей и устанавливается область ее применения. Может проверяться степень точности модели, поведение в экстремальных условиях (граничные значения), проводиться сравнение поведения модели реальному объекту на постоянной основе или на определенные моменты времени. Для сложных моделей, могут отдельно проверяться ее отдельные компоненты и интеграция этих компонентов в модели.

4.2 Разработка и верификация математической модели стратегии качества организации (На примере ГУП «Водоканал СПб»)

Верификация математической модели организации является достаточно сложным процессом, требующим сбора и анализа внушительного объема информации, определения оптимальных методов анализа и проверки корректности и точности модели. Тем не менее, при адекватно разработанной и верифицированной модели предполагается значительное повышение эффективности управления организацией и достижение поставленных целей.

Принято выделять три аспекта верификации решения.

1. Верификация входных данных. На данном этапе учитывается правильность входных файлов, сеток, данных о материале и физических процессах и пр.

2. Численная оценка погрешности решения.

3. Верификация выходных данных. На данном этапе необходимо обеспечивать использование правильных файлов и их следующую постобработку.

К основным источникам возникновения погрешностей можно отнести:

- формирование математической модели на основе гипотез;
- пространственная дискретизация;
- дискретизация по времени;
- дискретизация по уровню нагрузки;
- итерационные методы;
- численное интегрирование;
- компьютерное округление;
- компьютерное программирование.

Применение гипотез на этапе формирования расчетной схемы, как правило, приводит к значительному упрощению модели и возникновению погрешностей, связанных с формированием математической модели на основе гипотез.

Погрешности дискретизации и итеративных методов относятся к традиционной области вычислительной физики. Погрешности, связанные с

дискретизацией, зачастую анализируются сравнением полученного решения уравнений модели с решениями на дополнительных дискретных моделях. Сравнение решений определяет точность всех полученных решений в той области, которая необходима разработчику модели. Таким образом, основную ответственность на этом этапе несет разработчик модели, т.е. пользователь программного продукта, с помощью которого вычисляется данная модель. Погрешности численного интегрирования и итерационных методов вызваны тем, что некоторые задачи требуют многократного повторения вычислений, в связи с чем накапливается разница между приближенными и точными значениями вычислений. Погрешности округления вызваны тем, что представление числа в компьютере имеет фиксированное количество знаков, в то время как для получения точного решения требуется больше знаков «после запятой», при этом по сравнению с другими этот вид погрешностей не является существенным. Погрешности дискретизации, численного интегрирования, итеративных методов и компьютерного округления относятся к погрешностям решения уравнений математической модели, т. е. должны проверяться в процессе верификации модели.

Особенностью математических моделей стратегического качества организаций, строящихся с использованием статистического анализа, является наличие большого количества (от десятков и более) входных переменных. Причем, они, как и большинства экономических показателей, находятся в сильной корреляционной зависимости.

В то же время непременным условием получения верифицированной компьютерной модели является следующий комплекс условий, говорящий об отсутствии мультиколлениарности.

Мультиколлениарность – это понятие, которое используется для описания проблемы, когда нестрогая линейная зависимость между объясняющими переменными приводит к получению ненадежных оценок регрессии.

Регрессионная модель должна объяснять не менее 80% вариации зависимой переменной, т. е. $R^2 > 0{,}8$. Чем меньше сумма квадратов остатков, чем меньше

стандартная ошибка оценки и чем больше R^2, тем лучше уравнение регрессии. Коэффициенты уравнения регрессии и его свободный член должны быть значимы по уровню 0,05. Стандартная ошибка оценки зависимой переменной по уравнению должна составлять не более 5% среднего значения зависимой переменной. Остатки от регрессии должны быть без заметной автокорреляции (r < 0,3), нормально распределены и без систематической составляющей.

К сожалению, очень часто, при обработке статистических данных по экономическим показателям обычно возникает сильная мультиколлениарность (рисунок 30).

Variable	Correlations (Spreadsheet1ё) N=72 (Casewise deletion of missing data)					
	x1	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5
x1	1,000000	0,983742	0,962206	0,934791	-0,939422	0,976387
Var1	0,983742	1,000000	0,982270	0,962958	-0,969593	0,980444
Var2	0,962206	0,982270	1,000000	0,987819	-0,992920	0,948776
Var3	0,934791	0,962958	0,987819	1,000000	-0,991071	0,901363
Var4	-0,939422	-0,969593	-0,992920	-0,991071	1,000000	-0,920869
Var5	0,976387	0,980444	0,948776	0,901363	-0,920869	1,000000

Рисунок 30 – Пример корреляционной матрицы с сильной корреляцией переменных

Существует несколько способов борьбы с мультиколлениарностью [186]:

– получение дополнительных данных или новой выборки;

– использование предварительной информации о некоторых параметрах;

– линейное преобразование переменных;

– исключение переменных;

– метод главных компонент;

– гребневая регрессия;

– пошаговая регрессия;

– нейросетевое моделирование.

Наиболее эффективны четыре последних способа, представленные в пакете прикладных программ, – «статистика», позволяющие в течение

непродолжительного времени избавится от мультиколлениарности статистических данных.

Предложенные методы были проверены автором на практике в ходе совместных работ при решении задач оптимизации процесса очистки питьевой воды и переводе технологического процесса в автоматический режим на ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» на блоке К-6.

Основные этапы работы комплекса:

– предварительная обработка сульфатом аммония;
– предварительная обработка озоном;
– коагуляция и флокуляция;
– осветление воды на отстойниках;
– фильтрация;
– химическая обработка;
– обработка ультрафиолетом.

Озонирование осуществляется для облегчения последующей очистки воды. Он способствует удалению из поступающей воды различных запахов, воды и различных загрязнений, имеющий странный цвет, водорослей. Озон производится прямо на станции с помощью генерации из атмосферного воздуха на специальном оборудовании. Весь процесс занимает порядка 5 минут и состоит из 2 этапов: на первом вода обрабатывается определенным содержанием озона; на втором этапе ведутся работы по снижению остатка озона к минимуму.

Следующий шаг – осветление. Состоит из двух этапов: процессы сцепления мелких частиц в воде под влиянием химических реагентов и отстаивании на отстойниках.

Коагуляция и флокуляция. Для этих процессов используют сульфат аммония и энергию. Первое вещество производят на К-6. Суть процессов состоит в том, чтобы из сырой воды сформировать воду с склеенными в некие комки органическими элементами. Благодаря этому вода очищается, а на следующем этапе эти элементы осаждаются и извлекаются из обрабатываемой воды. Камеры,

в которых происходит флокуляция, прогоняют воду в 3 этапа: движение снизу в верх, раздваивая потоки; движение в обратном направлении; снова снизу в верх. Энергия, подаваемая в флокуляционные камеры, убывает от начала к концу.

Следующий этап – отстаивание. В специальных отстойниках размером примерно 17 × 17 м вода после этапа коагуляции и флокуляции отстаивается некоторое время. В итоге установленные наклонные блоки равномерно распределяют поступающую воду. Осадок распределяется на дне установки, откуда разгружается специальными приводными транспортерами. С помощью специальных переливных механизмов осветленная вода направляется на этап фильтрации.

Фильтрация. Для фильтрации возведены специальные фильтры, наполненные кварцевым песком и активированным углем в соотношении 1 : 2. Их на станции порядка 20, общая их площадь составляет более 2 тыс. кв. м.

На блоке используется порошкообразный активированный уголь (ПАУ). Уникальным решение К-6 является экономичное использование этого материала за счет восстановление его характеристик. Метод реактивации предполагает термическую или химическую обработку утратившего свои способности угля.

Средний цикл фильтрации занимает от одних до двух суток, в зависимости от температуры воды. По ухудшению качества воды после фильтрации или по началу сопротивления механизмов начинается прочистка фильтров. Происходит это с помощью двух механизмов. Во время очистки воды на данном этапе направление ее потоков направлено в определенную сторону таким образом, чтобы ненужные частицы осветленной воды «застревали» с одной стороны сорбционного слоя. Для промывки фильтров вода идет с противоположной стороны с очень сильной скоростью. Также используется продувка воздуха с той же направленностью. Осадок собирается с помощью осаждения в отстойниках с помощью специальных уплотнителей. Затем специальные механизмы утрамбовывают этот осадок еще сильнее, а после на трех специальных центрифугах происходит его обезвоживание. На исходе получаются фугот и шламовый кек.

В конкретном случае в качестве оптимизируемого критерия качества рассматривался выходной параметр – мутность воды после осветления (y_i). Входными параметрами являлись:

– цветность (x_1);

– мутность сырой воды (x_2);

– окисляемость (x_3);

– расход (x_4);

– доза коагулянта и флокулянта на каждой линии ($x_5 - x_6$);

– температура сырой воды (x_7).

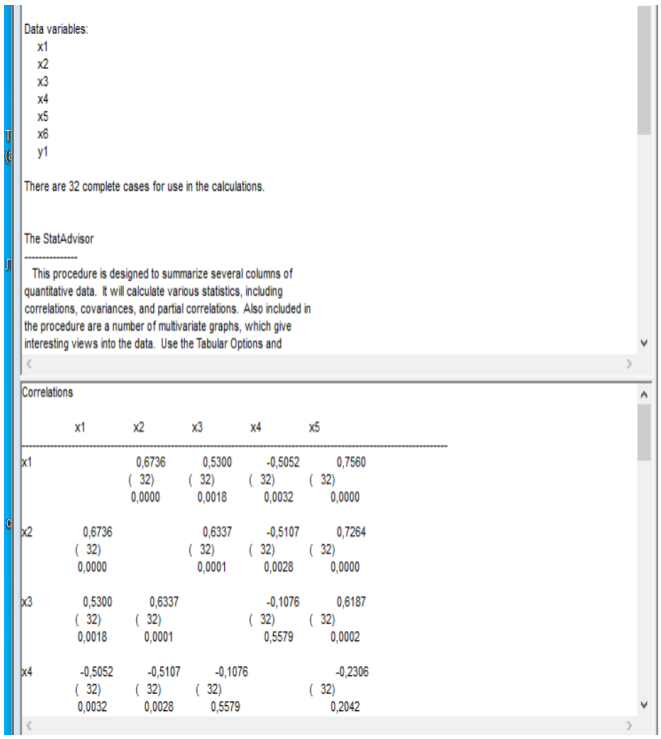
Данные параметры измерялись на каждой из четырех линий очистки, в результате получали критерий качества в виде тензора Ук (y_1, y_2, y_3, y_4).

Производственная задача стратегии качества ставилась так: изменяя входные параметры на каждой из линий очистки, подобрать такое их соотношение, которое обеспечивало бы наилучшую очистку питьевой воды по критерию – мутность воды после осветления.

Сначала строилась математическая и компьютерная модели процесса по данным очистки питьевой воды на первой линии (рисунок 31). Результаты статистической обработки этого массива на предмет корреляции приведены на рисунок 32.

1	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	y1
2	38	0,7	7,87	56317	6,6	0,15	0,2	2,9
3	38	1,1	7,89	58340	6,7	0,15	0,2	2,4
4	38	0,7	9,93	79447	6,8	0,15	0,2	2,3
5	40	0,6	8,44	63532	6,8	0,15	0,1	2,9
6	37	0,8	8,69	58924	6,8	0,15	0,2	2,9
7	41	1,4	8,92	79535	7	0,15	0,2	1,9
8	42	1,9	8,6	59552	7	0,15	0,4	1,9
9	43	1,8	8,84	56926	7	0,15	1	2
10	48	2,9	9,14	59265	7,3	0,15	1	2,3
11	53	4,8	10,51	49980	7,5	0,15	1	2,5
12	51	2,3	9,45	51566	7,5	0,15	2	2
13	47	2	9,48	64234	7,5	0,15	3	2,4
14	39	3,1	10,18	45574	7,1	0,15	7,2	0,7
15	38	1,7	8,12	59484	6,9	0,15	6,5	0,4
16	39	0,9	8,12	60052	6,7	0,15	9,6	3,3
17	38	0,7	7,87	56317	6,6	0,15	12	2,9

Рисунок 31 – Таблица для построения модели регрессии (первая линия очистки)



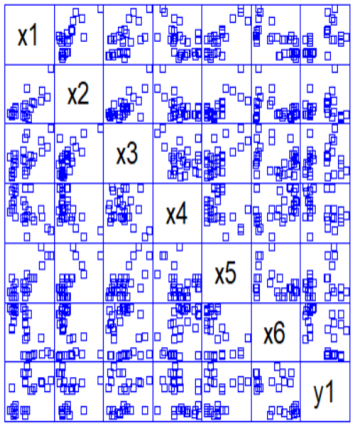


Рисунок 32 – Корреляционная матрица первой линии очистки воды

На рисунке 32 показаны корреляции моментов произведения Пирсона между каждой парой переменных. Эти коэффициенты корреляции находятся в диапазоне от -1 до +1 и измеряют силу линейной зависимости между переменными. Также в скобках указано количество пар значений данных, используемых для вычисления каждого коэффициента. Третье число в каждом месте таблицы представляет собой P-значение, которое проверяет статистическую значимость оцененных корреляций. Значения P ниже 0,05 указывают на статистически значимые ненулевые корреляции при уровне достоверности 95%. Следующие пары переменных имеют P-значения ниже 0,05:

- x_1 и x_2;
- x_1 и x_3;
- x_1 и x_4;
- x_1 и x_5;
- x_1 и x_6;
- x_1 и y_1;
- x_2 и x_3;
- x_2 и x_4.

Уравнение регрессии, полученное по методу наименьших квадратов в этом случае, имеет вид: $y_1 = 6{,}10128 + 0{,}150474 \times x_1 - 0{,}626712 \times x_2 + 0{,}0279751 \times x_3 - 0{,}0000133616 \times x_4 - 1{,}20785 \times x_5 - 0{,}0316866 \times x_7$ (32)

Поскольку значение P в таблице ANOVA меньше 0,01, существует статистически значимая взаимосвязь между переменными на уровне 99% достоверности. Статистика в R-квадрате указывает на то, что подогнанная модель объясняет 70,7254% изменчивости в y_1. Скорректированная статистика R-квадрата, которая больше подходит для сравнения моделей с различным числом независимых переменных, составляет 63,6994%. Стандартная ошибка оценки показывает, что стандартное отклонение остатков составляет 0,579159. Средняя абсолютная погрешность (MAE), равная 0,398819, является средним значением остатков. Статистика Дурбина–Уотсона (DW) проверяет остатки, чтобы определить, существует ли какая-либо значимая корреляция, основываясь на порядке, в котором они встречаются в вашем файле данных. Поскольку значение P больше 0,05, в остатках нет признаков последовательной автокорреляции.

Так, для избавления от мультикорелинеарности данных, воспользовались хорошо зарекомендовавшим себя при решении подобных задач методом пошагового исключения малозначимых переменных (рисунок 33) [358].

$$y_1 = 6{,}10128 - 0{,}63 \times x_2 + 0{,}15 \times x_1 + 0{,}03 \times x_3 - 0{,}00001 \times x_4 - 0{,}75 \times x_5 - 0{,}04 \times x_7 \quad (33)$$

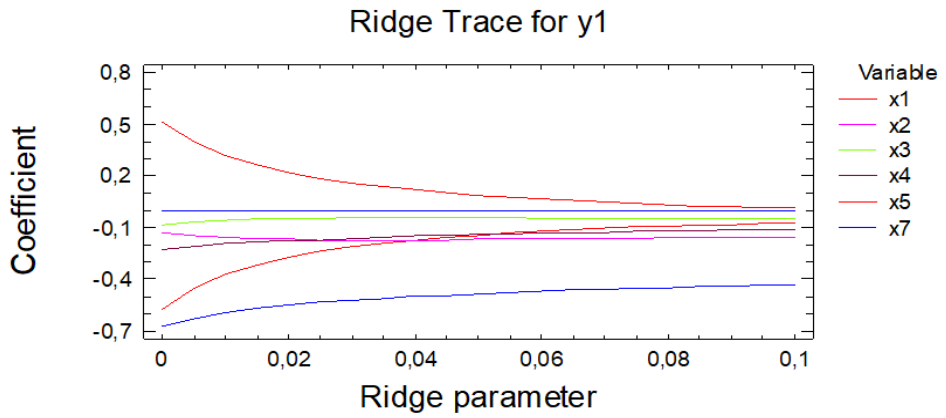


Рисунок 33 – Зависимость значений коэффициентов регрессии от величины гребня процесса

Возможности пакета прикладных программ (ППП) «Статистика 13» позволяют просматривать итоговые результаты после каждого шага исключения переменных.

Для реализации пошагового метода в рамках пакета прикладных программ «Статистика» необходимо предварительно установить величину допуска и значение частного F-критерия Фишера для исключения из модели незначимых переменных из модели.

Величина допуска является границей для исключения из модели. Если задаваемая величина допуска мала, то переменная несет малую дополнительную информацию, она незначима и включение ее в модель нецелесообразно.

В то же время новая независимая переменная, включаемая в модель, может сильно повлиять на зависимую переменную. И наоборот, если она включена после других переменных, она уже может мало влиять на зависимую переменную, из-за сильной корреляции с переменными, уже включенными в модель.

В пакете прикладных программ «Статистика 13» переменная включается в модель, если частный критерий F больше или равен 1. В случае нахождения уравнения регрессии определения качества очистки питьевой воды на первой линии используя методику пошаговой регрессии получили за 4 шага (рис. 34):

$$y_1 = -3{,}35 + 0{,}16x_1 - 0{,}78x_2 \qquad (34)$$

Несмотря на значительное упрощение вида уравнения, статистический анализ показывает приемлемость полученных результатов. Так, F-критерий полученного уравнения регрессии значим на уровне 0,05, так как вероятность нулевой гипотезы (p-level) значительно меньше 0,05, что говорит об общей значимости уравнения регрессии.

Коэффициент множественной корреляции Multi R = 0,78 показывает достаточно тесную связь между зависимой и независимыми переменными.

Коэффициент детерминации R^2 = 0,61 говорит о достаточном качестве модели уравнения регрессии.

Стандартная ошибка оценки Standart Error of estimate=0,62 показывает допустимое рассеивание наблюдаемых значений относительно регрессионной прямой.

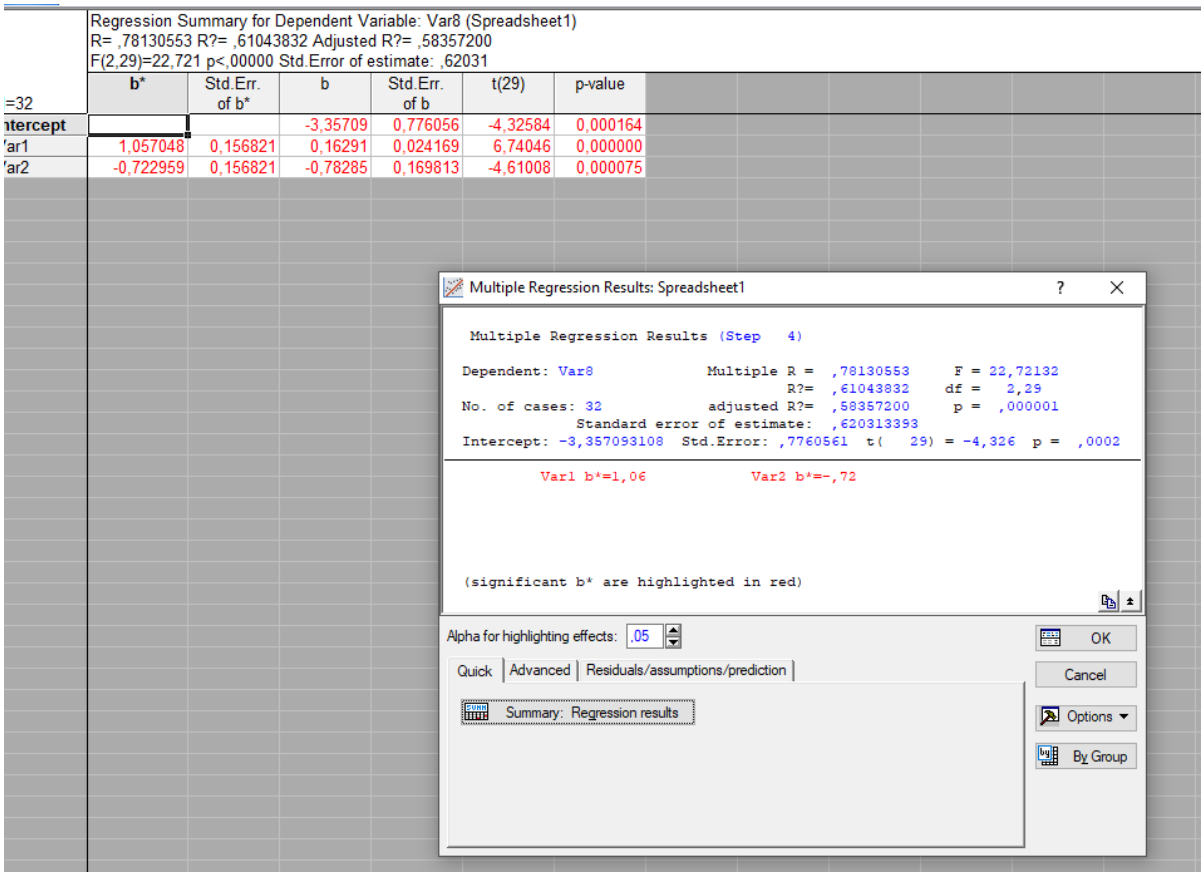


Рисунок 34 – Результаты определения уравнения регрессии с помощью метода пошаговой регрессии

Как уже указывалось ранее, еще одним эффективным методом борьбы с мультиколленеарностью является метод главных компонент. Изобретен Карлом Пирсоном в 1901 году. Сущность его заключается в том [245], чтобы построить новое пространство признаков меньшей размерности, дисперсия между осями которой будет перераспределена так, чтобы максимизировать дисперсию по каждой из них. Для этого выполняется последовательность следующих действий.

1. Вычисляется общая дисперсия исходного пространства признаков. Это нельзя сделать простым суммированием дисперсий по каждой переменной, поскольку они в большинстве случаев не являются независимыми. Поэтому

суммировать нужно взаимные дисперсии переменных, которые определяются из ковариационной матрицы.

2. Вычисляются собственные векторы и собственные значения ковариационной матрицы, определяющие направления главных компонент и величину связанной с ними дисперсии.

3. Производится снижение размерности. Диагональные элементы ковариационной матрицы показывают дисперсию по исходной системе координат, а ее собственные значения – по новой. Тогда, разделив дисперсию, связанную с каждой главной компонентой на сумму дисперсий по всем компонентам, получаем долю дисперсии, связанную с каждой компонентой. После этого отбрасывается столько главных компонент, чтобы доля оставшихся составляла 80 – 90%.

Следует отметить, что директивный подход к выбору числа компонент не всегда дает хорошие результаты. Это связано с тем, что часть дисперсии данных может быть обусловлена шумами, а не информативностью компонент. Тогда, задав порог, скажем, 80% может оказаться, что в них только 60% дисперсии связаны с информативностью, а 20% с шумом. Поэтому на практике часто используют различные специальные критерии для определения числа компонент, такие как критерий Кайзера, критерий сломанной трости и т.д.

Основными ограничениями метода главных компонент являются:

- невозможность смысловой интерпретации компонент, поскольку они «вбирают» в себя дисперсию от нескольких исходных переменных;
- метод может работать только с непрерывными данными.

Так расчет данных таблицы рисунок 34 показал, что можно ограничится тремя переменными u_1, u_2, u_3 (рисунок 35).

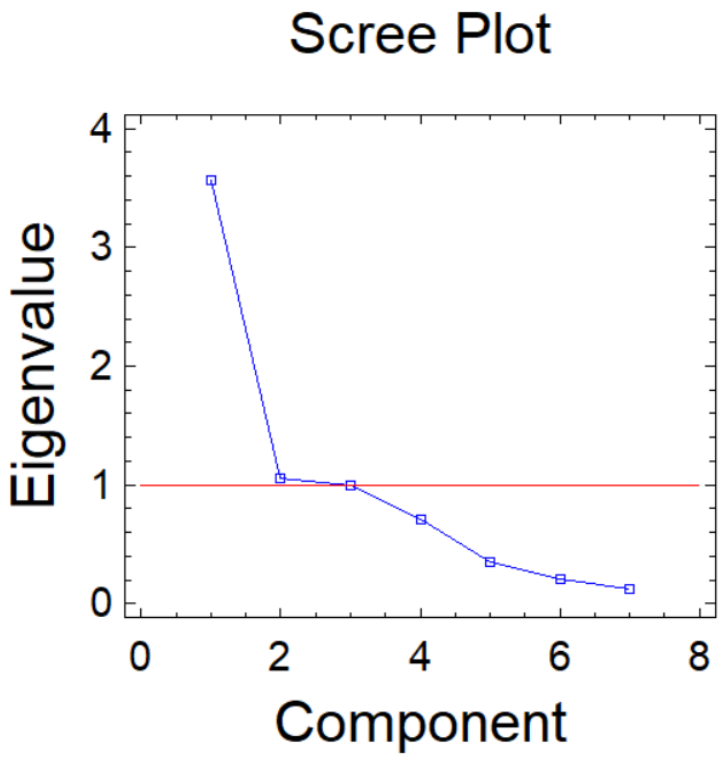


Рисунок 35 – График выбора числа главных компонент («Каменная осыпь»)

Цель анализа состоит в том, чтобы получить небольшое число линейных комбинаций из 7 переменных, которые объясняют большую часть вариабельности данных. В этом случае были извлечены 3 компонента. Вместе они составляют 80,3039% вариабельности исходных данных. Главные компоненты выражаются через исходные переменные следующим образом:

$$u_1 = 0{,}48379x_1 + 0{,}460479x_2 + 0{,}35763x_3 - 0{,}302579x_4 + 0{,}45756x_5 - 9{,}61564E - 17x_6 - 0{,}353683x_7; \quad (35)$$

$$u_2 = -0{,}11x_1 + 0{,}14x_2 + 0{,}58x_3 + 0{,}60x_4 + 0{,}25x_5 - 174{,}00562E - 14x_6 + 0{,}44x_7; \quad (36)$$

$$u_3 = 4{,}22686E - 15x_1 - 5{,}35697E - 15x_2 - 1{,}63505E - 14x_3 - 2{,}82248E - 14x_4 - 1{,}80528E - 14x_5 + 4{,}00562E - 14x_6 - 1{,}72059E - 14x_7. \quad (37)$$

Предварительный анализ полученных зависимостей показал, что их можно упростить за счет удаления компонент более высокого порядка малости, т. е. ограничится двумя главными компонентами, выражающихся через шесть исходных входных переменных:

$$u_1 = 0{,}48x_1 + 0{,}46x_2 + 0{,}35x_3 - 0{,}30x_4 + 0{,}45x_5 - 0{,}35x_7; \quad (38)$$

$$u_2 = -0{,}11x_1 + 0{,}14x_2 + 0{,}58x_3 + 0{,}60x_4 + 0{,}25x_5 + 0{,}44x_7. \quad (39)$$

Непревзойденным преимуществом применения методики с использованием нейросетевого программирования является не только произведение верификации математической модели, но и ее оптимизация по многими пусть коррелирующим и латентным параметрам. Это позволило подойти к представлению критерия качества СМК не в обычном виде какого-либо скалярного значения, в виде тензора качества, который учитывает не только взаимодействия предиктов, но и составляющих критерий качества компонент.

При всей простоте и информативности метод построения нейронных сетей по схеме обратного распространения ошибки «с учителем» не позволяет получить оптимальное соотношение компонент тензора качества сразу во время обучения сети. Главным критерием в процессе обучения является близость полученных результатов к заранее заданным параметрам критерия качества (значения учителя). В данном случае просматриваются три пути решения проблемы.

1. Заранее задать параметры исследуемого процесса, обеспечивающие оптимальное значение тензора качества.

2. Выделить из множества решений, представляемых в ходе обучения нейронной сети, с помощью многокритериального анализа (например построения медианы Кемени) одно или несколько обеспечивающих оптимальность тензора качества.

3. Учитывая, что компоненты тензора качества – обычно положительные величины, и предполагая одинаковое их влияние на итоговый критерий качества, на основании теоремы Перрона о том, что для положительных матриц существует единственное характеристическое число с наибольшей абсолютной величиной, выбрать в качестве оптимального тензор качества с наибольшим собственным значением.

Первый вариант решения задачи в большинстве случаев нецелесообразен, так как оптимальные значения известны априори. Методика реализации второго варианта ранее применялась автором для решения квалиметрических задач

управления качеством. Она довольно хорошо разработана применяется на практике и изложена в работах автора [81;83;84]. Поэтому подробно остановимся на третьем варианте.

Вычисление главного собственного вектора W положительной матрицы ||y|| проводится на основании равенства:

$$УW = \lambda_{max}W \quad (40)$$

где λ_{max} – максимальное собственное значение матрицы ||y||.

В MATLAB собственные значения матрицы $\|У\|$ вычисляет команда eig(У).

На рисунке 36 представлена – Блок-схема алгоритма реализации кода нахождения собственного числа тензора качества. А в Приложении И представлен код на языке Python, который был специально написан для решения данной задачи.

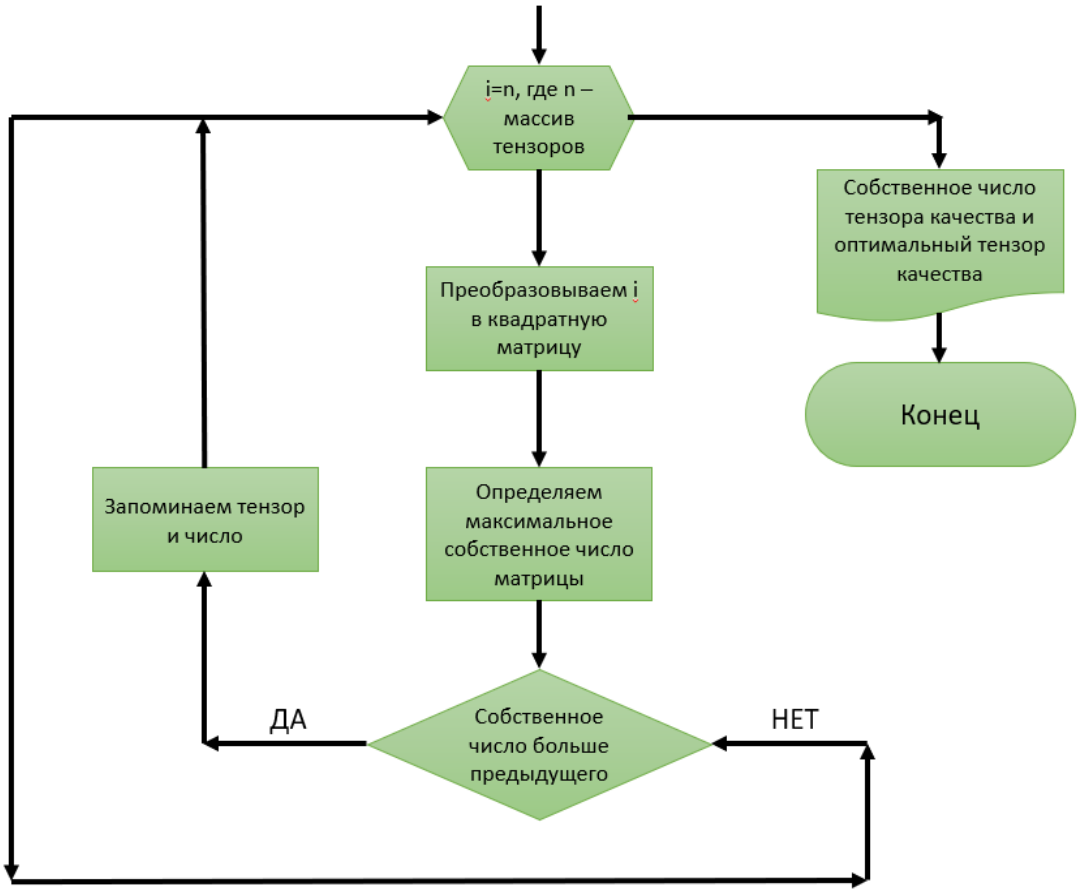


Рисунок 36 – Блок-схема алгоритма реализации кода нахождения собственного числа тензора качества

Для каждой линии очистки питьевой воды по представленным данным строилась своя мультилинейная регрессионная нейронная сеть по схеме «с учителем» (Приложение К). В качестве основного критерия выбора конкретной сети из множества других являлась максимальная производительность.

Для того чтобы произвести иммитационное моделирование с построенными компьютерными моделями с целью нахождения оптимального соотношения входных параметров, строим дробный факторный план с 7 варьируемыми переменными. Если создавать равномерное поле по всем переменным, придется создать большое число экспериментов, что будет представлять огромный объем информации и будет обрабатываться очень долго. Поэтому автором применяется методика дробного факторного планирования, которая позволяет исследовать ту же самую область, но при этом уменьшить количество экспериментов на 2 порядка (2^(x-1)). Программное обеспечение STATISTICA включает подпрограмму «планирования эксперимента», и позволяет обойтись 64 компьютерными экспериментами. При этом устанавливаются границы изменения каждого фактора. Задача заключается в том, чтобы в ходе компьютерного эксперимента проверить всю область возможных значений с помощью математической модели, чтобы определить точки экстремума.

Далее строим регрессионные нейронные сети для всех выходных параметров *y*1–*y*4, на основании собранных данных. Выбираем лучшую по производительности модель и по 64 точкам эксперимента получаем 64 тензора качества (вектора-столбца), соответствующие этим 64 комбинациям входных параметров. Таким образом, у нас появляется 64 вектора со своими значениями. Далее в программе Visual Studio Code реализовываем специально написанный на языке программирования Python (рисунок 37).

```python
def ranging(expert_ranging, dimension):
    matrix_relations = []
    for row in range(1, dimension+1):
        matrix_relations.append([])
        for col in range(1, dimension+1):
            i = find_x(row, expert_ranging)
            j = find_x(col, expert_ranging)
            if i == j:
                matrix_relations[-1].append(0)
            elif i < j:
                matrix_relations[-1].append(1)
            elif i > j:
                matrix_relations[-1].append(-1)
    return matrix_relations


def iter_matrix(matrix):
    dimension = 0
    for x in matrix[0]:
        dimension += len(x)
    matrix_relations = []
    for arr in matrix:
        matrix_relations.append(np.array(ranging(arr, dimension)))
    return np.array(matrix_relations), dimension


def find_x(n, expert_ranging):
    for x in expert_ranging:
        for num in x:
            if int(num[-1]) == n:
                return expert_ranging.index(x)
```

Рисунок 37 - Код реализации блок-схемы алгоритма нахождения собственного числа тензора качества

Данный код определяет из всех 64 векторов один, у которого собственное число самое наибольшее.

Этом случает оптимизация тензора качества достигается при соотношении входных параметров:

– цветность (x_1) – 30;

– мутность сырой воды (x_2) – 1,8;

– окисляемость (x_3) – 7,8;

– расход воды (x_4) – 68048;

– доза коагулянта (x_5) – 6,7034;

– доза флокулянта (x_6) – 0,1499;

– температура сырой воды (x_7) – 17,33.

Таким образом, полученные в рамках исследования разработки и верификации математической модели организации результаты позволили выявить ключевым отличия современных бизнес-процессов, а именно наличие множества параметров, влияющих на уровень критериев качества, несоблюдение которых приводит к грубым ошибкам в управлении процесса [381]. Предложенная автором методика была проверена на практике в ходе совместных работ при решении задач оптимизации процесса очистки питьевой воды на ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» на блоке К-6 и переводе технологического процесса в автоматический режим.

Для оптимизации обеспечения гарантированного качества питьевой воды методом хлораммонизации на объектах водоподготовки ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» применен разработанный автором подход с использованием машинного обучения и построения Баессовских сетей доверия, в ходе реализации которого определены рациональные параметры технологического процесса обеззараживания и показатели эффективности.

На основе БСД строится экспертная система в рамках машинного обучения, которая делает оптимальный выбор. Для массива экспериментальных данных был проведен частотный анализ в системе Statgraphics Plus и выполнено разбиение дискретных значений на интервалы. В таблицах 25-27 представлены результаты частотных анализов для параметров активный хлор, хлор-аммоний и остаточный хлор.

Таблица 25 – Интервалы дискретизации для параметра остаточный хлор

Таблица частот для Cl_ost							
Класс	Нижн. предел	Верх. предел	Сред. точка	Частота	Относит. частота	Совок. частота	Совок. Относит. частота
На уровне или ниже		0,99		0	0,0000	0	0,0000
1	0,99	1,01	1,0	41	0,2228	41	0,2228
2	1,01	1,03	1,02	45	0,2446	86	0,4674
3	1,03	1,05	1,04	59	0,3207	145	0,7880
4	1,05	1,07	1,06	8	0,0435	153	0,8315
5	1,07	1,09	1,08	3	0,0163	156	0,8478
6	1,09	1,11	1,1	6	0,0326	162	0,8804
7	1,11	1,13	1,12	11	0,0598	173	0,9402
8	1,13	1,15	1,14	11	0,0598	184	1,0000
9	1,15	1,17	1,16	0	0,0000	184	1,0000
Выше	1,17			0	0,0000	184	1,0000
Мат. Ожидание = 1,0469 Стандартное откл. = 0,0404844							

Таблица 26 - Интервалы дискретизации для параметра хлораммоний

Таблица частот для Cl_N							
Класс	Нижн. предел	Верх. предел	Сред. точка	Частота	Относит. частота	Совок. частота	Совок. Относит. частота
На уровне или ниже		4,6		0	0,0000	0	0,0000
1	4,6	5,1	4,85	33	0,0054	1	0,0054
2	5,1	5,6	5,35	15	0,1848	35	0,1902
3	5,6	6,1	5,85	4	0,2391	79	0,4293
4	6,1	6,6	6,35	17	0,2283	121	0,6576
5	6,6	7,1	6,85	43	0,2065	159	0,8641
6	7,1	7,6	7,35	40	0,0815	174	0,9457
7	7,6	8,1	7,85	25	0,0217	178	0,9674
8	8,1	8,6	8,35	6	0,0163	181	0,9837
9	8,6	9,1	8,85	1	0,0109	183	0,9946
10	9,1	9,6	9,35	0	0,0054	184	1,0000
Выше	9,6			0	0,0000	184	1,0000
Мат. Ожидание = 6,6146 Стандартное откл. = 1,06224							

Таблица 27 - Интервалы дискретизации для параметра активный хлор

Таблица частот для Cl							
Класс	Нижн. предел	Верх. предел	Сред. точка	Частота	Относит. частота	Совок. частота	Совок. Относит. частота
На уровне или ниже		1,3		0	0,0000	0	0,0000
1	1,3	1,42	1,36	1	0,0054	1	0,0054
2	1,42	1,54	1,48	34	0,1848	35	0,1902
3	1,54	1,66	1,6	44	0,2391	79	0,4293
4	1,66	1,78	1,72	42	0,2283	121	0,6576
5	1,78	1,9	1,84	38	0,2065	159	0,8641
6	1,9	2,02	1,96	15	0,0815	174	0,9457
7	2,02	2,14	2,08	4	0,0217	178	0,9674
8	2,14	2,26	2,2	3	0,0163	181	0,9837
9	2,26	2,38	2,32	2	0,0109	183	0,9946
10	2,38	2,5	2,44	1	0,0054	184	1,0000
Выше	2,5			0	0,0000	184	1,0000
Мат. Ожидание = 1,71376 Стандартное откл. = 0,189465							

На основе этой информации были составлены матрицы вероятностей (в программе Hugin 9.5, фрагменты которых представлены на рисунке 38.

Доза хлора	
[1.3;1.42)	0,0054
[1.42;1.54)	0,1849
[1.54;1.66)	0,2391
[1.66;1.78)	0,2283
[1.78;1.9)	0,2065
[1.9;2.02)	0,0815
[2.02;2.14)	0,0217
[2.14;2.26)	0,0163
[2.26;2.38)	0,0109
[2.38;2.5)	0,0054

Хлор: аммоний

Доза хлора	[1.3; 1.42)	[1.42; 1.54)	[1.54; 1.66)	[1.66; 1.78)	[1.78; 1.9)	[1.9; 2.02)	[2.02; 2.14)	[2.14;2.26)
[4.6;5.1)	1	0,3235	0,2727	0,1667	0,0526	0	0	0
[5.1;5.6)	0	0,2647	0,1364	0	0	0	0	0
[5.6;6.1)	0	0	0	0,0477	0,0264	0,0667	0	0
[6.1;6.6)	0	0	0	0,0238	0,2368	0,3999	0	0,3333
[6.6;7.1)	0	0,3529	0,4545	0,119	0,1316	0	0,25	0
[7.1;7.6)	0	0,0589	0,1364	0,5	0,1842	0,2667	0	0
[7.6;8.1)	0	0	0	0,119	0,2632	0,2667	0,75	0
[8.1;8.6)	0	0	0	0,0238	0,0789	0	0	0,6667
[8.6;9.1)	0	0	0					

Остаточный хлор

Доза хлора	[1.3;1.42)								
хлор:аммоний	[4.6; 5.1)	[5.1; 5.6)	[5.6; 6.1)	[6.1; 6.6)	[6.6; 7.1)	[7.1; 7.6)	[7.6; 8.1)	[8.1; 8.6)	[8.6;9.1)
[0.99;1.01)	0.0909	0.0667	0.0	0.2941	0.3953	0.275	0.04	0.0	0.0
[1.01;1.03)	0.0	0.0	0.0	0.0588	0.0465	0.075	0.04	0.0	0.0
[1.03;1.05)	0.2727	0.4	0.25	0.2353	0.2558	0.175	0.16	0.1667	0.0
[1.05;1.07)	0.5455	0.4	0.5	0.3529	0.1861	0.275	0.16	0.3333	0.0
[1.07;1.09)	0.0909	0.1333	0.25	0.0589	0.0465	0.025	0.04	0.0	0.0
[1.09;1.11)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0465	0.025	0.08	0.1667	0.0
[1.11;1.13)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.075	0.04	0.0	1.0
[1.13;1.15)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0233	0.075	0.44	0.3333	0.0

Рисунок 38 - Фрагменты таблиц вероятностей в программе Hugin 9.5

По мнению экспертов наиболее интересным является отношение реагентов хлор: аммоний, равные 5:1 и 8:1. После внесения информации в вершины БСД (рисунок 39) была запущена программа Hugin 9.5, в ходе которой появляется возможность установить значение управляемого параметра, в данном случае -

пропорции хлор: аммоний. Далее реализуется команда распространения вероятностей по всем элементам экспертной системы (рисунок 40).

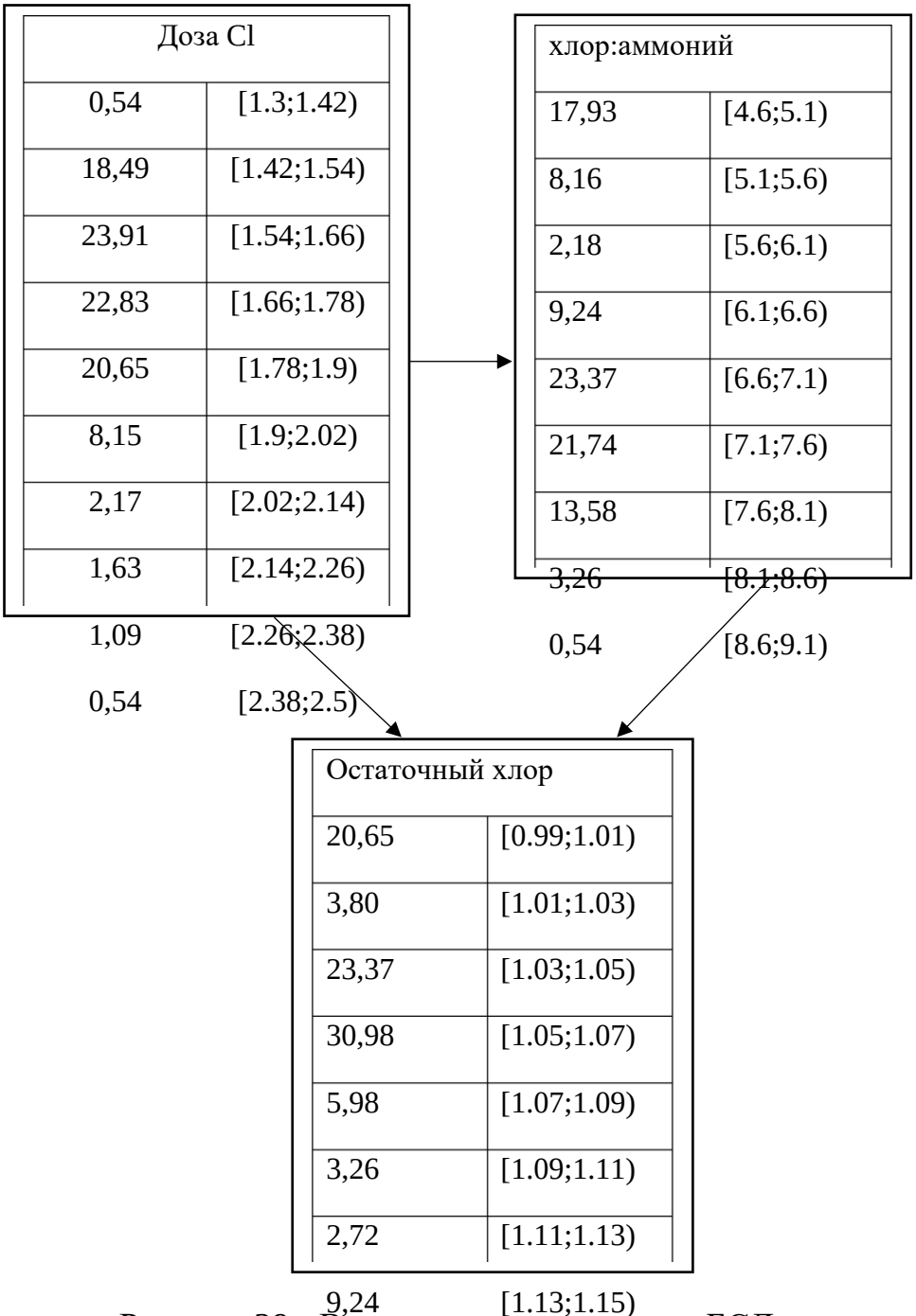


Рисунок 39 - Вероятности для вершин БСД.

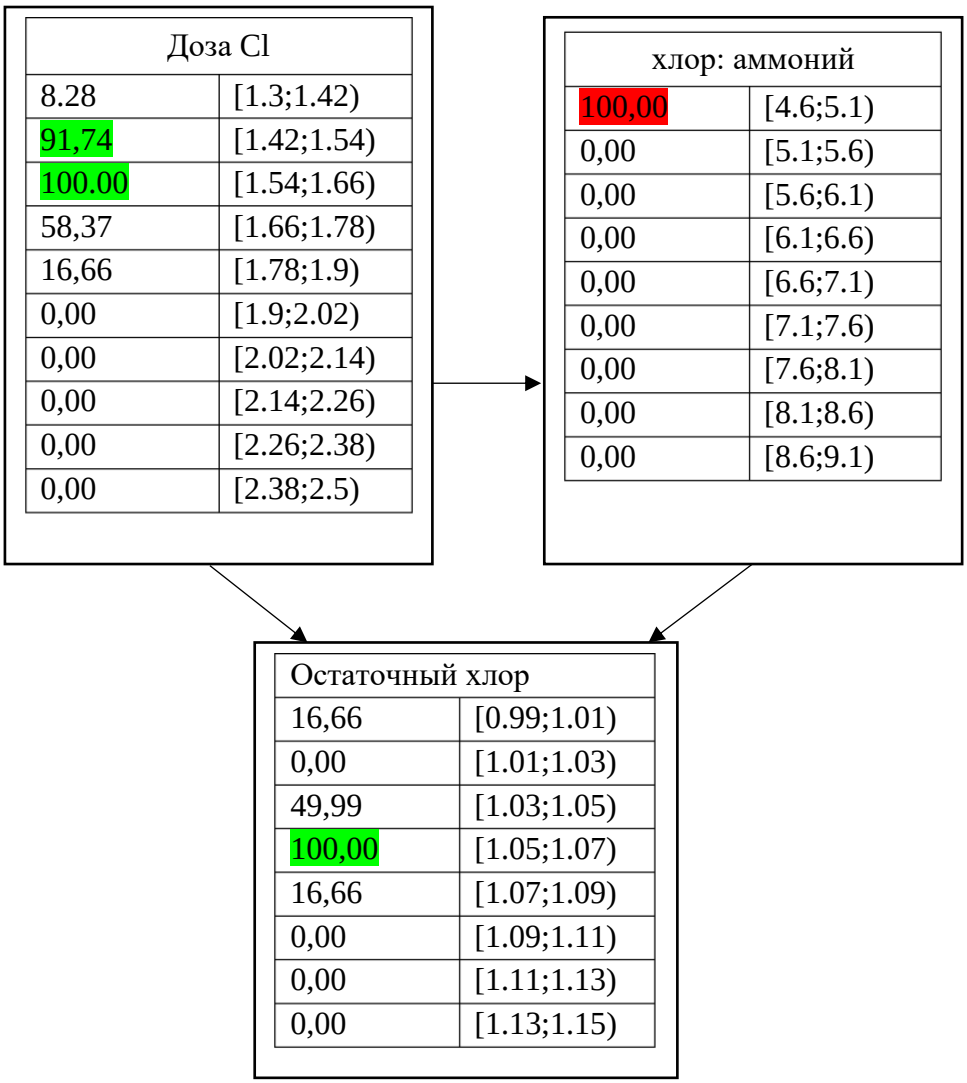


Рисунок 40 - Наиболее вероятные дозы хлора при заданной пропорции хлор:аммоний

В ходе работы был разработан цифровой прототип экспертной системы, предназначенной для подбора соотношения реагентов в процессе хлор:аммонизации и оценки качества воды по содержанию остаточного активного хлора. Современные подходы к стратегии качества определяют важность учета неопределенностей как ключевого фактора устойчивого развития организаций. При проектировании сложных систем водоподготовки можно сократить расходы, если заранее просчитать вероятность результатов на компьютерной модели. Такой подход заменил традиционный контроль на предоперационное прогнозирование качества питьевой воды и определение экономического эффекта.

Выводы главы 4

В главе приведена разработанная автором методика формирования целевых показателей стратегии качества процесса на основе инструментов искусственного интеллекта.

В параграфе 4.1 доказывается актуальность современного подхода к проектированию организаций и анализу их деятельности с целью оптимизации путем проведения компьютерных виртуальных экспериментов на их цифровой модели.

Приведен алгоритм последовательности создания цифрового двойника показателей стратегии качества организации и подробно описан подход к реализации каждого из этапов. Наибольшее внимание уделено созданию математической и компьютерных моделей, так как в этот момент закладывается будущая адекватность создаваемых объектов. С учетом специфики математического моделирования систем управления качеством разработан алгоритм построения и исследования такой модели, позволяющей решать задачи целеполагания.

Приводятся аспекты верификации математической модели и анализируются основные источники возникновения возможных погрешностей. Самыми вероятными типами ошибок при построении математических моделей на основе статистических данных является не учет сильных корреляционных зависимостей между входными экономическими переменными, так как в этом случае применение для построения уравнения регрессии метода наименьших квадратов приводит к ошибочным результатам.

Во избежание этого следует применять такие методики, как метод главных компонент, пошаговая регрессия, гребневая регрессия и нейросетевое моделирование.

В параграфе 4.2 приведены результаты проверки методики на практике в ходе совместных работ при решении задач оптимизации качества процесса

очистки питьевой воды на ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» на блоке К-6 и перевода технологического процесса в автоматический режим.

Приводятся результаты корреляционного анализа и построения множественной регрессии методами обычной линейной регрессии, а также гребневой, пошаговой и методом главных компонент. Дается статистический анализ их качества путем вычисления коэффициента Пирсона, статистической значимости, стандартного отклонения остатков и статистики Дурбина–Уотсона.

Для выполнения проводимой стратегии оптимизации качества процесса очистки питьевой воды на всех четырех линиях и получения соответствующих значений тензора качества была смоделирована и обучена нейронная сеть, с помощью которой был проведен планированный компьютерный эксперимент в интересующей области изменения входных параметров.

В ходе имитационного эксперимента и последующего матричного анализа с нахождением главных собственных чисел с помощью, написанного на языке Python кода, были определены целевые значения входных параметров процесса очистки питьевой воды, обеспечивающие оптимальное значение тензора качества при проектировании стратегического качества этой организации.

Разработан цифровой прототип экспертной системы, предназначенной для подбора соотношения реагентов в процессе хлораммонизации и оценки качества воды по содержанию остаточного активного хлора. Такой подход заменил традиционный контроль на предоперационное прогнозирование качества питьевой воды и определение экономического эффекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К основным результатам исследования можно отнести:

1. **Разработана концептуальная модель стратегического управления качеством для социально-экономических объектов в рамках новой парадигмы стратегического управления, обусловленной изменениями внешней среды, внутренней среды и актуальными подходами принятия стратегических решений, определено, что цифровизация выступает базовой платформой стратегического управления; в рамках новой парадигмы раскрыто содержание основных элементов стратегии качества в условиях цифровизации, что в целом отличает данную концепцию от представленных ранее и создает теоретический фундамент для последующих научных положений данной диссертации**.

Необходимость развития стратегического управления качеством (Стр УК), обусловлена тем, что многие ученые в области стратегического управления, такие как П. Друкер, Ф. Котлер, Г. Минцберг, М. Портер, В.С. Катькало, А.И. Пригожин, А.Н. Петров считают, что содержание стратегического управления в отличие от законов физики меняется с изменением условий окружающей среды и самого человека, а теория стратегического управления всегда есть «наука об изменениях» (Г. Минцберг и др.), таким образом возникает необходимость формирования новых парадигм стратегического управления (А.Н. Петров). Новые парадигмы стратегического управления обусловлены в первую очередь, тенденциями формирования цифрового общества, устойчивого развития и обеспечения качества жизни, усиления неопределенности и рисков. Изменение акцентов внутреннего анализа включает необходимость управления знаниями и динамическими способностями (В.С. Катькало). Происходят изменения методов принятия стратегических решений, среди которых наиболее актуальными являются стейкхолдерский, ситуационный, адаптивный, портфельно- проектный подходы (А.Н. Петров), системный подход (Г.Б. Клейнер). Глобальной платформой, на которой строятся все направления стратегического управления качеством, выступает цифровая трансформация (Е.Ю. Плешакова).

СтрУК социально – экономического объекта (СЭО) это часть стратегического управления, позволяющая найти пути и направления деятельности СЭО в области качества для достижения целей развития за счет фактора качества, с наименьшими рисками и высокой эффективностью посредством стратегии качества СЭО.

Автор расширяет объектную область СтрУК для всех социально – экономических объектов, которыми могут быть организация, регионы, государство, сообщество и другие, как видов организаций в широком понимании и раскрывает особенности для конкретного социально – экономического объекта. Концептуальная модель СтрУК в рамках новой парадигмы стратегического управления представлена на рис. 3. В диссертации раскрыто содержание элементов Стр УК под влиянием новой парадигмы стратегического управления.

2. Разработана модель стратегии как совокупности всеобщей и локальной стратегии качества социально – экономического объекта, определено их содержание и взаимосвязь, сформулированы все основные элементы формирования стратегии качества.

В рамках новой парадигмы стратегического управления стратегия качества может быть сформирована на различных уровнях стратегической иерархии. Известно, что стратегическая иерархия включают несколько уровней: на верхнем располагается общая («базовая», «корпоративная» для организаций, «большая» для государств и территорий), на следующем уровне могут располагаться так называемые стратегические направления (Д. Аакер). На этом уровне может быть сформирована стратегия качества в ее всеобщем значении (Р.А. Фатхутдинов), стратегия цифровой трансформации (Е.Ю. Плешакова), стратегия безопасности и прочие. На последующем уровне располагаются деловые и функциональные стратегии, как подкрепляющие общую стратегию и ее основные направления, на этом уровне формируются стратегии качества локального характера. Таким образом, стратегия качества может быть реализована на нескольких уровнях управления и их можно обозначить как всеобщую и локальную.

Всеобщее направление стратегии качества СЭО базируется на TQM в его широком понимании и такой стратегией может быть всеобщая стратегия качества устойчивого развития СЭО, расположенная на верхних уровнях стратегической иерархии, а локальная направленность заключается в осуществлении деятельности в области качества, нацеленной на обеспечение всеобщей стратегии качества и, следовательно, на выполнение функциональной стратегии СЭО, за счет внедрения например, систем менеджмента, контроля, бережливого производства, бездефектного производства, программ шести сигм и других. Обобщенное содержание всеобщей и локальной стратегии качества представлено в таблице 7.

Авторское понимание стратегии качества СЭО (организации, отрасли, региона, территорий, государства, сообщества) состоит в том, что стратегия качества СЭО представляет собой концепцию действий СЭО для достижения целей в области качества, которые могут иметь как всеобщий характер, например, достижения качества устойчивого развития, так и локальный характер отдельных направлений управления качеством.

В данном исследовании в отношении формирования всеобщей и локальной стратегии качества социально – экономического объекта (СЭО) можно отметить, что методология стратегии качества СЭО как для всеобщей, так и для локальной стратегии СЭО опирается на миссию и Политику в области качества СЭО и содержат следующие этапы: 1) целеполагание в сфере качества СЭО, по всем уровням управления и функциональным направлениям; 2) внешний стратегический анализ, отражающий возможности и угроз окружающей среды для стратегии качества СЭО; 3) внутренний стратегический анализ СЭО, выявляющий потенциал СЭО, возможности и внутренние стратегические угрозы в области качества; 4) анализ выбора из альтернатив развития в области качества и аргументирование направлений и программ развития стратегии качества СЭО.

В целях формирования политики качества СЭО необходима идеологическая база, построенная на максимизации удовлетворенности требований к качеству деятельности социально – экономического объекта, сформированных

потребителями и всеми другими заинтересованными сторонами, по всем направлениям, в том числе экономическому, социальному и экологическому направлениям деятельности СЭО. На рис. 4 представлена концептуальная модель.

Для формирования всеобщей и локальной стратегии качества нужно обозначить ее характеристики и связи с общей стратегией СЭО, под которой понимается базовая стратегия развития СЭО, так для территорий это может быть, например, достижение лидерства, для корпораций это могут быть стратегии, связанный с рыночным расширением.

На рис. 4 сформировано векторное представление параметров стратегии качества, которое включает:

X1={X1n} вектор внешних требований;

X2={X2k} – вектор ресурсов;

X3={X3m} вектор внешних воздействий;

y={yj} вектор целевых результатов локальных стратегий качества;

Y ={Yi} – вектор целевых результатов всеобщей стратегии качества;

λ - другие направления общей стратегии;

Z – вектор целевых результатов общей стратеги СЭО.

Формирование целей в области качества деятельности СЭО один из проблематичных вопросов, требующих более тщательного анализа, т.к. в научно-исследовательских литературных источниках недостаточно ясно раскрываются цели стратегии качества и их место в системе целей СЭО. Согласно принятым международным стандартам ИСО серии 9000, основной целью в области качества является высокая удовлетворенность всех заинтересованных сторон качеством продуктов, процессов и другими характеристиками в области качества. Структура целей в сфере качества должна соответствовать иерархии направлений деятельности, которые можно обозначить в 3х координатах: всеобщего управления качеством устойчивого развития, процессов СЭО, локально – функционального управления качеством. Соответственно, может быть выстроена иерархия целей в области качества СЭО, включающая несколько уровней. Выбор направления стратегии формируется на основе проведения внешнего

стратегического анализа (факторов макросреды, а именно политики, технологии, демографии и факторов рыночной микросреды, связанных с покупателями, конкурирующими субъектами, поставщиками и товарами) и внутреннего анализа СЭО. Для сбалансированного развития СЭО встает задача формирования оптимальной стратегии качества СЭО.

3. **Определено понятие оптимальной стратегии качества; разработан концептуальный алгоритм формирования оптимальной стратегии качества организации, включающий семь этапов, с использованием цифровых методов и моделей системного анализа, в том числе: детерминированных, стохастических, экспертных комбинированных, являющихся методологической основой для последующего изложения используемых в алгоритме цифровых методов и моделей.**

Под оптимальной стратегией качества СЭО автор будет понимать стратегию, направленную на максимально возможные результаты в области качества при динамическом изменении параметрических требований и внешних воздействий в условиях ограниченных ресурсов. Оптимальная стратегия качества требуют создания набора целей СЭО {Yi} и {yj}, которые должны стремиться к оптимальному уровню в условиях ограничений требований, ресурсов и условий {X} с использованием цифрового моделирования.

Для формирования оптимальной стратегии качества организации наиболее применимы методы математической цифровой формализации. Автором использован системный анализ, построенный на основных принципах методологии моделирования сложных систем. Автор предлагает применяемые в настоящее время математические модели оптимизации разбить на четыре укрупнённые группы: 1) детерминированные (линейные и нелинейные уравнения, описывающие взаимосвязь параметров системы) модели; 2) цифровые модели (стохастические, нейросетевые, позволяющие производить регрессионный и временной анализ); 3) экспертные модели (традиционные и с применением искусственного интеллекта при осуществлении машинного обучения системы моделей); 4) комбинированные (сочетающие данные экспертного субъективного

анализа и последующего их оптимизационного тензорного анализа с помощью разработанных программных кодов).

Ключевым этапом постановки оптимизационной задачи является формирование целевой функции, представляющей собой математическое выражение зависимости критерия оптимальности от совокупности управляемых факторов. Если целевая функция получена с использованием аналитического математического моделирования, то целесообразно использовать классические детерминистские подходы теории дифференциальных уравнений, которые достаточно хорошо изучены и широко применяются в решении задач линейной алгебры. В этом случае модель формирования оптимальной стратегии качества имеет вид:

$$f(Yi, yi, \text{X1}, \text{X3}) \rightarrow max, \quad (1)$$

$$\text{f(X2)} \leq \text{Rmax}$$

где – $\text{f(Yi, yi X1, X3)} \rightarrow -$ целевая функция результатов достижения стратегии качества в зависимости от внешних требований и воздействий;

R, max – ограниченные ресурсы.

Современная практика показывает, что не все управленческие и экономические ситуации поддаются строгой формализации средствами цифрового моделирования, особенно при наличии субъективных факторов. В подобных условиях эффективным инструментом выступает комплексный системный анализ, сочетающий формализованные и неформализованные методы, что позволяет повысить обоснованность принимаемых решений. В диссертации предложен концептуальный алгоритм определения оптимальных целевых параметров стратегии качества организации, в которой формализуемые и неформализуемые методы сбалансированы и дополняют друг друга (рис. 10).

Этапы алгоритма включают: 1) Алгоритм (Рис. 10) начинается с формулировки целей и ресурсов стратегии качества разработки системы и выбор совокупности критериев ее характеризующих; 2) Определение перечня параметров обеспечения качества и накладываемых на них ограничений, производим их сжатие с помощью метода главных компонент; 3) Выбор целевой

функции соответствующей исследуемой системе входных и выходных переменных; 4) Выбор вида математического моделирования исследуемого объекта и построения его целевой функции; 5) Производится планируемый дробный цифровой математический эксперимент в интересующей области изменения параметров процесса, нахождение соответствующих оптимальных значений; 6) Осуществляется многокритериальный анализ полученных параметров построенного ранее и проверенного на адекватность цифрового двойника исследуемого объекта и нахождение совокупности оптимальных с точки зрения стратегии качества решений; 7) С помощью команды экспертов или используя код, полученный в ходе машинного обучения, производится неформализуемое принятие решения о управленческих, технических и технологических действиях для достижения требуемой параметров стратегии качества.

У – итоговый вектор результирующих показателей всеобщей стратегии качества, компонентами которого являются вектора параметрических внешних требований к качеству; вектора ресурсов для реализации стратегии качества, вектор внешних воздействий на качество и вектор целевых результатов локальных стратегий качества.

Результирующие показатели образуются из совокупности всех возможных показателей. Критериальных показателей гораздо меньше (не более 10), а возможных показателей может быть несколько сотен. В случае неудовлетворенностью экспертами значениями результирующих показателей стратегии качества, действия по схеме настоящего алгоритма повторяются, но уже с новыми значениями вектора входных параметров. Цифровые методы и модели будут раскрыты в последующей изложении, в том числе рассмотрены методы построения тензора, байесовских сетей, искусственного интеллекта и цифровых двойников.

4. **Предложено оценивать оптимальные параметры стратегии качества социально-экономического объекта в виде тензора первого ранга, повышающего достоверность параметров стратегии качества организации,**

разработан алгоритм нахождения тензора качества с использованием эвристического метода Медианы Кемени, и последующего матричного анализа, разработан код на языке Python.

По предложению автора, для проектирования стратегии качества организации следует использовать подходы тензорного анализа и ввести многопараметрический критерий стратегии качества, как положительный тензор:

$$Y = \|y_{ij}\|, \quad (11)$$

где Y – итоговый тензор качества;

y_{ij} – компоненты тензора качества по отдельным кластерам.

При решении задачи обработки массива статистической информации о анализируемом процессе с помощью метода главных компонент исключаются многочисленные коррелирующие между собой латентные переменные и осуществляется переход к нескольким независимым. Вместе с тем погрешность последующих оценок может достигать 15 – 20%. Полученные на основе главных компонент регрессионные зависимости использовались в оптимизационном исследовании функции тензора качества:

$$f(y) = f(u_1, u_2, \dots, u_n), \text{ в виде } \nabla f(u_1) = 0. \quad (13)$$

Однако аппроксимация регрессионными моделями приводит к сглаживанию поверхности многомерного пространства и повышает вероятность пропуска глобального экстремума, что может привести к получению неоптимальных параметров. Для снижения указанной погрешности возможно разбиение области аппроксимации на зоны с однородными значениями функций отклика и использование регрессионных сплайн-функций, однако и данный подход сопровождается дополнительными источниками ошибок. В связи с этим автором предложено более надёжное решение задачи выбора оптимального значения показателя качества. Общий показатель состоит из комбинации нескольких показателей на основе многопараметрического метода нахождения медианы Кемени.

Для реализации данного подхода разработана специализированная программа, оптимизирующая процесс анализа статистических данных. В исследовании использованы программные средства Statistica 13 компании StatSoft Inc., позволяющие проектировать эксперименты и формировать регрессионные нейронные сети, а также авторская программа на языке Python для построения матричных представлений и вычисления собственных значений. Алгоритм реализации метода представлен на рисунке 14.

Предложенный автором подход к определению тензора качества включает в себя компоненты, которые могут быть как детерминистическими, так и вероятностными. Для определения этих компонентов используются методы теории нечисловых и нечетких множеств, которые реализуются с помощью инструментов искусственного интеллекта. Этот процесс осуществляется путем построения и машинного обучения экспертных систем. Используя этот подход, можно создать тензор качества, который учитывает как точные значения параметров (детерминистические), так и вероятностные, нечеткие распределения параметров. Таким образом, система способна адаптироваться к различным ситуациям и условиям, учитывая не только точные данные, но и степень неопределенности в этих данных.

5. **Разработан методологический подход к формированию стратегии качества развития территориальных СЭО (регионов, государства) России на основе цифровых методов и моделей.**

Всеобщая стратегия качества территориальных СЭО может быть построена на базе достижении качества устойчивого развития, как базовой доктрины, направленной на повышение качества жизни, являющегося главной целевой составляющей развития общества.

В диссертации раскрыта представленная выше в общем виде векторная оптимизация стратегии качества устойчивого развития для территориальных СЭО (регионов, государства), которая необходима для нахождения оптимального баланса составляющих стратегии. Принципиальная векторная модель

взаимосвязи показателей стратегии качества развития территориальных СЭО представлена на рисунке 22.

Оптимизационную модель можно представить в виде:

$$\{Y_k = f(V1\,, V2, V3\ Э1, Э2, Э3) \rightarrow max \quad (21)$$

При ограничениях на ресурсы:

$$V_4 = (P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6) \leq P_{ЛИМ} \quad (22)$$

Для формирования стратегии качества региона (территории), как вида СЭО, возможно применять совокупность критериев, показывающих степень социального и экономического развития, дающая возможность качественно его оценить. Также необходимо найти оптимальный баланс составляющих, что можно сделать на основе анализа взаимосвязи показателей. Это позволит решить задачу построения стратегии качества устойчивого развития в регионе для достижения наиболее благоприятного уровня качества жизни жителей.

В диссертации более подробно рассмотрена всеобщая стратегия качества региона как стратегия качества устойчивого развития регионов. Для построения оптимальной стратегии качества разработан состав целевых показателей, что проиллюстрировано для регионов в таблице 23.

По данным показателям собрана цифровая база данных, база, включающая 85 регионов по 25 показателям качества устойчивого развития включающих экономические, социальные и экологические показатели на основе официальных отчетов РОССТАТ, позволяющие реализовать цифровые методы для построения стратегии качества.

В диссертации для определения направлений развития стратегии качества применен кластерный анализ. Статистическое исследование проводилось в программном комплексе IBM SPSS Statistics 26. Дендрограмма кластеров представлена на рисунке 26.

На рисунке 26 можно видеть распределение регионов по группам – кластерам, а также расстояние между кластерами в процентах. Анализ позволяет сформировать оптимальную стратегию качества для каждого регионального

кластера. Кластерный анализ позволил обозначить наиболее актуальные направления развития для каждого кластера.

На основе статистических данных построены регрессионные модели, позволяющие выявить основные факторы, влияющие на ключевые показатели. Анализ проводится на основе средних показателей, характеризующих семь выделенных кластеров. В результате, на основании анализа корреляции получили ряд уравнений регрессии (обозначения показателей в соответствии с таблицей 23):

$$X1 = 155573.3*X4+1.5*X5+69458.3 \quad (24)$$

t-статистика x4 = 4.4, t-статистика x5 = 3.5, R-квадрат = 0.987, F статистика = 149.2.

$$X15 = 1.565*X2 + 5.096 \quad (25)$$

t-статистика = 4.9, R-квадрат = 0.826, F статистика = 23.8.

$$X18= 57.5*X15 + 589.3 \quad (26)$$

t-статистика = 4.3, R-квадрат = 0.787, F статистика = 18.4.

$$X20= 0.00000274*X7+5.382 \quad (27)$$

t-статистика = 28.7, R-квадрат = 0.994, F статистика = 823.3.

$$X21=6.043*X6+ +0.124*X24+ +79.32 \quad (28)$$

t-статистика x6 = 2.2, t-статистика x24 = 6.9, R-квадрат = 0.964, F статистика = 53.8.

$$X25 = 0.000044*X7 – 7.295 \quad (29)$$

t-статистика = 9.3, R-квадрат = 0.945, F статистика = 85.5.

Статистические характеристики регрессий показывают высокую надежность моделей. Вместе с тем проведенный выше кластерный и регрессионный анализ не позволяет провести количественный анализ влияния тех или иных факторов на основные показатели качества устойчивого развития регионов в следствии многообразия определяющих его параметров, и в связи с тем, что они латентны и коррелируют друг с другом. Поэтому данные следует представить в виде тензора многомерного пространства и его оптимизация, т.е. в результате проведения многокритериального анализа возможно найти такое соотношение входных переменных, которое позволит максимизировать значение тензора качества устойчивого развития.

6. **Разработана экспертная система для неформального выбора параметров стратегии качества социально-экономического объекта, впервые построенная в ходе проведенного машинного обучения, которая на основе встроенных в нее знаний специалистов производит оценку компетентности привлекаемой проектной команды специалистов по формированию параметров стратегии качества на основе цифрового инструмента байесовской сети доверия, реализуемой с помощью авторской компьютерной программы на базе софта HUGIN 9.5.**

Разработанную автором экспертную систему целесообразно применять при автоматизации процессов проектирования качества в условиях ограниченности или недоступности части исходных данных. Принятие решений в системе осуществляется на основе накопленных знаний и вероятностных зависимостей, описываемых теорией вероятностей и, в частности, теоремой Байеса, позволяющей оценивать вероятность наступления события при условии реализации связанных с ним факторов.

Формирование стратегического качества организации предполагает учёт множества взаимосвязанных параметров, что делает особенно важным корректное задание причинно-следственных связей между событиями. В этом контексте значимым достижением является использование экспертных систем, основанных на знаниях и байесовских сетях доверия, которые позволяют получать вероятностные прогнозы результирующих показателей и анализировать альтернативные сценарии управленческого воздействия.

Для оценки компетентности привлекаемой группы экспертов автором построена байесовская сеть доверия, реализуемая с помощью компьютерной программы HUGIN 9.5 (рис.16). Байесовская сеть доверия отражает причинно-следственную зависимость от вершин «Компетентность разработчика» и вершин «Компетентность аналитика» к вершине «Качество группы экспертов» и другие аналогичные зависимости. Причинно-следственные зависимости отображены стрелками. В случае, когда одна вершина находится в определенном состоянии, это оказывает влияние на зависимые события.

Для построения байесовской сети доверия необходимо определить множество таблиц априорных и условных вероятностей между вершинами как причинно-следственные связи. Эти таблицы заполняются с помощью экспертных оценок специалистов соответствующей области. Таким образом, байесовская сеть обучается на экспертных оценках. В диссертации приведен пример описанной байесовской сети доверия (БСД) с указаниями вероятностей. Вероятность того, что качество команды экспертов соответствует установленным требованиям и равно 65,82%.

7. Автором разработан алгоритм проектирования цифровых двойников стратегии качества организации, одновременно сочетающего возможности искусственного и естественного интеллектов, получающиеся в ходе процедуры машинного обучения; такое проектирование отличается тем, что впервые позволяет учитывать входные параметры стратегии качества разной природы, необходимые для разработки мероприятий стратегии качества и прогнозирования ее коррекции во времени.

Основу цифрового двойника стратегии качества организации, разработанного автором, составляет набор целей, которые должны стремиться к оптимальному уровню в условиях динамического изменения требований, ресурсов и условий на базе искусственного и естественного интеллектов, позволяющих учитывать входные параметры стратегии качества разной природы (рис.28).

Использование созданного цифрового двойника стратегии качества организации при ее проектировании позволит в дальнейшем на стадиях всего жизненного цикла путем подбора оптимальных управляющих параметров достигать максимального социально-экономического эффекта от принимаемых решений в кратчайшие сроки и с высокой точностью предсказания.

Ключевым методом позволяющим полностью избавиться от мультиколлениарности и, следовательно, повысить достоверность достижения оптимальных значений реализующем на практике принципы искусственного

интеллекта, является использование нейронных сетей, связывающих входные и выходные параметры процесса с учетом их взаимных связей.

8. Разработан методологический подход к формированию целевых показателей стратегии качества процесса производства продукции на основе использования создаваемых в ходе машинного обучения экспертных систем, которую отличает возможность совместного учета объективных и субъективных методов при высокоскоростной обработке полученного массива данных с помощью кодов используемых систем искусственного интеллекта.

Методологический подход к формированию целевых показателей стратегии качества процесса производства продукции построен на основе вышеприведенного на рисунке 9 концептуального алгоритма формирования параметров стратегии качества и векторного представления параметров стратегии качества организации на основе цифровых методов и моделей машинного обучения, основные этапы которого можно представить в виде следующего алгоритма:

– 1 этап: ставятся задачи формирования целевых показателей стратегии качества процесса производства продукции, на основании вероятностного компетентностного анализа формируется состав экспертов;

– 2 этап: проводиться анализ состава входных и выходных параметров, составляющих тензор качества;

– 3 этап: подбирается соответствующие задаче оптимальных параметров стратегии качества программные средства разработки экспертных систем, использующие искусственный интеллект;

– 4 этап: осуществляется имитационное моделирование и совместный учет объективных и субъективных методов, в ходе которого производится формирование и нахождение оптимальных значений полученных регрессий параметров стратегии качества, их упрощение за счет исключения мультикорелинеарности входных данных;

– 5 этап: построение цифрового двойника параметров стратегии качества с использованием регрессионных нейронных сетей;

– 6 этап: с помощью ряда статистических параметрических и непараметрических критериев проверяется пригодность (адекватность) цифровой модели стратегии качества для конкретных пользователей и устанавливается область ее применимости.

С использованием полученного цифрового двойника исследуемого процесса производится проектирование его стратегии качества на рассматриваемый период. Указанные этапы методики были использованы для определения оптимальных параметров качества процесса очистки воды.

9. В рамках стратегии качества организаций Водоканала, разработана уникальная методика определения оптимальных параметров качества процесса очистки воды как целевых показателей стратегии качества на примере ГУП «Водоканал СПб» и собранного за 10 лет массива статистических данных, подтвердившая адекватность построенного цифрового двойника и позволяющая наметить ориентиры развития стратегии качества процесса очистки воды ГУП «Водоканал СПб» предложенная методика может быть полезной для организаций Водоканала при формировании стратегии качества очистки питьевой воды.

Стратегия качества организаций Водоканала представляет собой долгосрочную программу действий, направленную на повышение качества деятельности и услуг водоснабжения и водоотведения, а также на устойчивое развитие системы водоснабжения и водоотведения. Одной из главных задач является достижение 100% очистки питьевой воды и сточных вод, соответствующих стандартам качества.

Автором, на базе рассмотренной стратегии качества ГУП «Водоканал СПб», разработана методика оптимизации параметров качества процесса очистки питьевой воды Санкт-Петербурга, как одного из ключевых направления стратегии качества ГУП «Водоканал СПб». В конкретном случае, а именно, формирования оптимальной стратегии качества организации для технологического процесса

очистки питьевой воды, оптимизируемым критерием качества рассматривался выходной параметр – мутность воды после осветления (y_i). Входными параметрами являлись: цветность (x_1); мутность сырой воды (x_2); окисляемость (x_3); расход (x_4); доза коагулянта и флокулянта на каждой линии ($x_5 - x_6$); температура сырой воды (x_7). Данные параметры измерялись на каждой из четырех линий очистки, в результате получали обобщенный критерий качества в виде тензора первого ранга Ук (y_1, y_2, y_3, y_4).

Стратегическая задача оптимизации качества ставилась так: изменяя входные параметры цифровой модели на каждой из линий очистки, подобрать такое их соотношение, которое обеспечивало бы наилучшее качество очистки питьевой воды по критерию – мутность воды после осветления.

В ходе имитационного моделирования были обнаружены корреляции между каждой парой переменных. Так, для избавления от мультикорелинеарности входных данных, воспользовались хорошо зарекомендовавшим себя при решении подобных задач методом пошагового исключения малозначимых переменных на основе зависимости значений коэффициентов регрессии от величины гребня процесса, что позволило получить регрессию виде:

$$y_1 = 6{,}10128 - 0{,}63 \times x_2 + 0{,}15 \times x_1 + 0{,}03 \times x_3 - 0{,}00001 \times x_4 - 0{,}75 \times x_5 - 0{,}04 \times x_7 \quad (32)$$

В случае нахождения уравнения регрессии определения качества очистки питьевой воды на первой линии используя методику пошаговой регрессии получили уравнение:

$$y_1 = -3{,}35 + 0{,}16x_1 - 0{,}78x_2 \quad (33)$$

Ключевым методом, реализующем на практике принципы искусственного интеллекта, является использование нейронных сетей, связывающих входные и выходные параметры процесса с учетом их взаимных связей. Для того чтобы произвести иммитационное моделирование с построенными компьютерными моделями с целью нахождения оптимального соотношения входных параметров, построен дробный факторный план с 7 варьируемыми переменными.

Далее построены регрессионные нейронные сети для всех выходных параметров $y1$–$y4$, на основании собранных данных, так для архитектуры

нейронной сети MPL 7-24-1 первой технологической линии очистки воды представлен на рисунке 27. Для оптимизации обеспечения гарантированного качества питьевой воды методом хлораммонизации на объектах водоподготовки ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» может быть применен подход с использованием машинного обучения и построения Баессовских сетей доверия (БСД), в ходе реализации которого определены рациональные параметры технологического процесса обеззараживания и показатели эффективности.

Проведенный с помощью основных параметрических и непараметрических статистических критериев, анализ адекватности построенных цифровых моделей показал их удовлетворительную точность, достаточную для решения задач создаваемой стратегии качества. Так, эти значения могут составить контрольные интервалы для проектирования автоматизированной системы управления качеством процессом очистки питьевой воды ГУП «Водоканал СПБ». В дальнейшем, поддержание параметров этого вектора автоматической системой управления и будет гарантировать оптимальное качество очищаемой питьевой воды.

В ходе проведенного диссертационного исследования достигнута поставленная цель, заключающаяся в развитии теоретических, методологических и методических основ формирования стратегии качества социально-экономических объектов в условиях цифровой трансформации и усложнения внешней среды.

В работе уточнено содержание стратегического управления качеством как элемента общего стратегического менеджмента и обоснована необходимость его трансформации с учётом процессов цифровизации, устойчивого развития и роста неопределённостей. Разработана модель стратегии качества социально-экономического объекта, основанная на единстве всеобщей и локальной стратегий, определено их функциональное назначение и взаимосвязь с общей стратегией развития. Сформулировано понятие оптимальной стратегии качества и предложен концептуальный алгоритм её формирования, базирующийся на системном анализе и применении цифровых методов моделирования. Обоснован

и разработан оригинальный подход к оценке параметров стратегии качества в виде тензора первого ранга, а также алгоритм его определения с использованием эвристических и матричных методов, реализованных с применением современных программных средств.

В развитие методологии стратегического управления качеством предложено использование экспертных систем и байесовских сетей доверия, позволяющих учитывать неформализуемые факторы и повышать обоснованность принимаемых решений. Разработан методологический подход к формированию стратегии качества устойчивого развития территориальных социально-экономических объектов на основе векторной оптимизации экономических, социальных и экологических показателей с применением цифровых методов анализа данных.

Практическое применение предложенных теоретических положений подкрепляется разработкой цифровых методов и модели формирования стратегии качества, апробированных на примере оптимизации параметров процесса очистки питьевой воды. Полученные научные результаты, выводы и рекомендации могут быть использованы в практике стратегического управления качеством организаций и территорий, а также при разработке и реализации программ развития в условиях цифровой экономики и устойчивого развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента РФ от 09.05.2017 N 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru /document/cons_doc_LAW_216363/ (дата обращения: 12.01.2023).
2. Указ Президента РФ от 13.05.2017 N 208 «О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/ cons_doc_LAW_216629/ (дата обращения: 01.11.2024).
3. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 04.06.2019 №7) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://government.ru/docs/ all/116964/. (Дата обращения: 10.10.2023).
4. ГОСТ Р ИСО 56548 – 2015: Устойчивое развитие административно-территориальных образований. Системы менеджмента. Общие принципы и требования нац. стандарт Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200124250 (дата обращения: 21.12.2025).
5. ГОСТ Р ИСО 9000:2008. Система менеджмента качества. Основные положения и словарь. [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200124393 (дата обращения: 21.12.2025).
6. ГОСТ Р ИСО 9004:2008. Система менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности. [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200032438 (дата обращения: 06.06.2024).
7. ГОСТ Р ИСО 9004:2019. Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению устойчивого успеха организации. [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200167117 (дата обращения: 21.12.2025).

8. ГОСТ Р ИСО/ТО 10014-2005 Руководство по управлению экономикой качества. [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200040477 (дата обращения: 11.07.2025).

9. ГОСТ Р 52380.1-2005. Руководство по экономике качества. Часть 1. Модель затрат на процесс. [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200041158 (дата обращения: 14.09.2025).

10. ГОСТ Р 52380.2-2005. Руководство по экономике качества. Часть 2. Модель предупреждения оценки и отказов. [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200041159 (дата обращения: 14.09.2025).

11. Аакер, Д.А. Стратегическое рыночное управление / Д.А. Аакер; пер. с англ. Ю.Н. Контуровской. – СПб.: Питер, 2002.– 544 с.

12. Аванесов, Е.К. Японская модель устойчивого роста – основа пересмотра стандарта ИСО 9004 / Е.К. Аванесов // Методы менеджмента качества. – 2005. – №10. – С. 40-44.

13. Агарков, А.П. Управление качеством: учебное пособие / А.П. Агарков. – М.: Дашков и К, 2006. – 218 с.

14. Адлер, Ю.П. Форум Деминга: стратегия качества для России: коллективная монография / под общ. ред. Ю.П. Адлера, Д.В. Маслова. - Астрахань: Астраханский университет, 2011. - 255 с.

15. Азгальдов, Г.Г. Квалиметрия: первоначальные сведения. Справочное пособие с примером для АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов»: Учеб. пособие/ Г.Г. Азгальдов, А.В. Костин, В.В. Садовов. – М.: Высшая школа, 2010. – 143 с.

16. Азгальдов, Г.Г. О концепции национальной политики России в области качества / Г.Г. Азгальдов // Экономическая наука современной России. – 2001. - № 1. – С. 176-179.

17. Азгальдов, Г.Г. Стратегический менеджмент: основные сферы приложения / Г.Г. Азгальдов, А.В. Костин // Стратегический менеджмент. – 2008. – №3(3). – С. 214-221.

18. Азимина, Е. В. Переход к концепции устойчивого развития: разрешение глобального противоречия на микроуровне / Е. В. Азимина, М. Ю. Сучкова // Устойчивое развитие экономики: сборник научных трудов / под ред. Е.А. Горбашко, В.Я. Белобрагина. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2020. – С. 8-14. – EDN QMHHTH.

19. Азимина, Е.В. Формирование системы управленческих инноваций для повышения эффективности деятельности предприятия: диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук : 08.00.05 / Е.В. Азимина; СПб., 2018. – 414 с.

20. Альберт, М. Основы менеджмента / М. Альберт, М.Х. Мексон, Ф. Ходоури. – М.: Вильямс, 2009. – 672 с.

21. Альстрэнд, Б. Школы стратегий / Б. Альстрэнд, Дж. Лэмпел, Г. Минцберг. – СПб.: Питер, 2011. – 336 с.

22. Андреева, Т.А. Исторические предпосылки интеграции менеджмента качества и стратегического управления: глава в коллективной монографии / Т.А. Андреева. – Саратов: Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2018. – С. 45-56.

23. Андреева, Т.А. Развития интегрированной системы менеджмента качества и стратегического управления предприятий промышленности: диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук : 08.00.05 / Т.А. Андреева; Саратов, 2016. – 531 с.

24. Ансофф, И. Стратегический менеджмент / И. Ансофф. - СПб.: ПИТЕР, 2009. – 344 с.

25. Ансофф, И. Стратегическое управление / И. Ансофф. - М.: Экономика, 1989. – 519 с.

26. Антонова, И.И. Формирование системы Всеобщего управления качеством региона: теоретические и методологические аспекты: дисс… доктора экономических наук: 08.00.05 / И.И. Антонова. - СПб, 2015. - 362 с.

27. Афанасьев, С. Международная обстановка в 2020 году: опасности и угрозы / С. Афанасьев // Зарубежное военное обозрение. - 2020. - №1. - С. 3-12

28. Бабарин, М.С. Формирование экономической модели стратегии качества организации: : диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук : 08.00.05 / М.С. Бабарин. – Санкт-Петербург, 2014. – 271 с.

29. Бабарин, М.С. Экономическая модель затрат на качество / М.С. Бабарин, Т.И. Леонова // Современная экономика: проблемы и решения. – 2011. – № 11(23). - С. 46-53.

30. Балдин, К. В. Методы оптимальных решений: учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукосуев. - 5-е изд., стер. - Москва: ФЛИНТА, 2020. - 328 с.

31. Бантикова О.И. Методы кластерного анализа. Классификация без обучения (непараметрический случай): методические указания / О.И. Бантикова, Е.Н. Седова, О.С. Чудинова; под ред. А.Г, Реннера; Оренбургский гос. Ун-т. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2011. – 93 с.

32. Барни, Дж. Может ли ресурсная концепция принести пользу исследованиям в области стратегического управления? – Да / Дж. Барни // Российский журнал менеджмента. – 2009. –№ 2. – С. 71-92.

33. Барт, Т.В. Управление качеством / Т.В. Барт. – М.: МИЭМП, 2010. – 256 с.

34. Басовский, Л.Е. Управление качеством / Л.Е. Басовский, В.Б. Протасьев. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 212 с.

35. Батейкин, Д.В. Интегральный показатель как фактор экономической оценки устойчивого развития региона / Д.В. Батейкин // Евразийский союз ученых. – 2016. – № 1-1 (22). – С. 20-23.

36. Бекташева, А. Д. Цифровая экономика как хозяйственная система: причины и условия возникновения цифровой экономики / А. Д. Бекташева // Вестник Ошского государственного университета. – 2022. – № 3. – С. 141-148. – DOI 10.52754/16947452_2022_3_141. – EDN WAYULU.

37. Беликова, К. Обучение нейросети с учителем, без учителя, с подкреплением — в чем отличие? Какой алгоритм лучше? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/obuchenie-s-uchitelem-bez-uchitelja-s-podkrepleniem (Дата обращения: 03. 04. 2024)

38. Белковский, С. Национальная стратегия в условиях кризиса. Доживет ли Россия до 2020 года? [Электронный ресурс] / С. Белковский, Д. Верхотуров, Р. Карев, Н. Кричевский, М. Ремизов // - Режим доступа: http://www.classs.ru/stati/fin_krizis/nacstrategia.html (Дата обращения: 03. 02. 2024)

39. Беллман, Энджел. Динамическое программирование и уравнения в частных производных. — М.,1974. – 560 с.

40. Белобрагин, В. Я. Стандартизация в достижении целей устойчивого развития ООН / В. Я. Белобрагин, Т. А. Салимова, Л. И. Бирюкова // Стандарты и качество. – 2019. – № 7. – С. 32-38. – EDN RHBWLJ.

41. Белобрагин, В. Я. Стандартизация в достижении целей устойчивого развития ООН / В. Я. Белобрагин, Т. А. Салимова, Л. И. Бирюкова // Устойчивое развитие экономики: сборник научных трудов / под ред. Е.А. Горбашко, В.Я. Белобрагина. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2020. – С. 15-27. – EDN MAPAWZ.

42. Белобрагин, В. Я. Стандарты ИСО серий 9000 и 14000 в мировой экономике/ В. Я. Белобрагин // Стандарты и качество. - 2005. - № 11. - С. 88-93.

43. Белобрагин, В.Я. Региональные программы качества продолжают развиваться // Стандарты и качество. - 2013. - № 4 (910). - С. 70-73.

44. Белокровин, С. Стратегический процесс / С. Гошал, Дж. Б. Куинн, Г. Минцберг. – СПБ.: Питер, 2005. – 688 с.

45. Белокровин, Э.А. Стратегии совершенствования на основе управления качеством / Э.А. Белокровин, Д.В. Маслов. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 191 с.

46. Бидюк, П.И Построение и методы обучения байесовских сетей/ П.И. Бидюк, А.Н. Терентьев, А.С. Гасанов. // Кибернетика и системный анализ - 2005. - Т. 41. № 4. - С. 133–147.

47. Благовещенский В.Г. Методологические основы автоматизации контроля органолептических показателей качества кондитерской продукции и создание на их базе интеллектуальных систем управления: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук : 2.3.3 / В.Г Благовещенский; М, 2024. - 507 с.

48. Благовещенский, И.Г. Анализ подходов к созданию и использованию цифровых двойников производства кондитерских изделий / И. Г. Благовещенский, В. Г. Благовещенский, В. А. Холопов [и др.] // Роговские чтения. Секция "Автоматизация технологических процессов и производств" : сборник докладов научно-практической конференции с международным участием, Москва, 30 ноября 2023 года. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 162-169. – EDN GZLBSZ.

49. Блинов, Д.В. Подход к стратегическому планированию качества по Джурану / Д.В. Блинов // Все о качестве. Зарубежный опыт. - 2004. - № 2 (44). – С. 41-56.

50. Бобков, В.Н. Методологический подход всероссийского центра уровня жизни к изучению и оценке качества и уровня жизни населения / В.Н. Бобков // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. – 2009. - № 2. – С. 26-36.

51. Бобылев, С.Н. Индикаторы устойчивого развития уральского региона / С.Н. Бобылев, С.В. Соловьева и К.С. Ситкина // Экономика региона. – 2013. - № 2(34). – С. 10-17.

52. Бодров, В.И. Математические методы принятия решений: учебное пособие / В.И. Бодров, Т.Я. Лазарева, Ю.Ф. Мартемьянов. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. тех. ун-та, 2004. - 124 с.

53. Большаков, Б.Е. Устойчивое развитие: вчера - сегодня - завтра. проблема измерения / Б.Е. Большаков, Е.Ф. Шамаева // Интернет-журнал Науковедение. – 2017. – Т. 9. - № 4. – 23 с.

54. Бонюшко, Н.А. Роль менеджмента качества в системе стратегического планирования вуза / Н.А. Бонюшко, К.М. Туманов// Экономика и управление - 2008.- №3.- С. 227-229.

55. Бурак, П.И. Отечественные и международные требования к устойчивому развитию административно-территориальных образований / П.И. Бурак, Т.И. Зворыкина // Экономика качества. – 2014. – Вып. 2 (6) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://eq-journal.ru/archive/2014/номер-2(6)

56. Бурева, Н.Н. Многомерный статистический анализ с использованием ППП «STATISTICA»: Учебно-методический материал по программе повышения квалификации / Н.Н. Бурева. - Нижний Новгород, 2007. - 112 с.

57. Бурылов, В. С. Риск-ориентированный контроль в системе менеджмента качества организации / В. С. Бурылов, П. В. Голубев, С. С. Дымный, Э. Э. Мамедов // Глобальный научный потенциал. – 2025. – № 2(167). – С. 356-361.

58. Бурылов, В.С Современные подходы к оценке качества программного обеспечения / В.С. Бурылов // Глобальный научный потенциал. 2025 – №12(177). – С. 251-257

59. Бурылов, В.С. Актуальные проблемы подготовки кадров для IT-отрасли в связи с уходом иностранных фирм с рынка России / В. С. Бурылов, Л. В. Виноградов, Т. И. Леонова // Национальные концепции качества: подготовка кадров для цифровой трансформации промышленности и экономики : Сборник материалов Национальной научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 28 октября 2022 года / Под редакцией В.В. Окрепилова, Е.А. Горбашко. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2022. – С. 69-72.

60. Бурылов, В.С. Анализ квалиметрической модели качества цифровых услуг / В.С. Бурылов, Е.В. Васильева, Л.В. Виноградов, А.Д. Колбина, Т.И. Леонова, В.И. Лузгин // Modern Economy Success. – 2023. - №6. – С. 42-48

61. Бурылов, В.С. Всеобщий и локальный характер стратегии качества социально-экономических объектов / В.С. Бурылов // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования – М.: ФГБУ "РСТ", 2020. - №1 (53) – С. 26-32

62. Бурылов, В.С. Выбор потребителями предприятий автосервиса в условиях цифрового пространства / В. С. Бурылов, Л. В. Виноградов// Национальная концепция качества: государственная и общественная защита прав потребителей : сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 01 октября 2018 года / Санкт-Петербургский государственный экономический университет. – Санкт-Петербург: Общество с

ограниченной ответственностью "Редакционно-издательский центр "КУЛЬТ-ИНФОРМ-ПРЕСС", 2018. – С. 213-215.

63. Бурылов, В.С. Динамические цифровые модели показателей качества производственных процессов / В. С. Бурылов, Л. В. Виноградов, Т. И. Леонова, А. Д. Колбина // Национальные концепции качества: роль качества в научно-технологическом развитии страны : Сборник материалов Национальной научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 09 октября 2023 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2023. – С. 81-85.

64. Бурылов, В.С. Индикативный анализ уровня качества государственного управления / В. С. Бурылов, Т. И. Леонова // Современный менеджмент: проблемы и перспективы : Сборник статей по итогам XVI международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 29–30 апреля 2021 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021. – С. 22-25.

65. Бурылов, В.С. Использование инструментов искусственного интеллекта для многокритериальной оптимизации тензора качества / Л. В. Виноградов, А. Д. Колбина, В. С. Бурылов // Технико-технологические проблемы сервиса. – 2022. – № 3(61). – С. 58-63.

66. Бурылов, В.С. Использование элементов системного анализа при выработке оптимального управляющего решения / В. С. Бурылов, Л. В. Виноградов // Современный менеджмент: проблемы и перспективы : Сборник статей по итогам XVI международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 29–30 апреля 2021 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021. – С. 18-22.

67. Бурылов, В.С. Квалиметрическая оценка качества деятельности предприятий автосервиса / В. С. Бурылов // Эффективные системы менеджмента - гарантии устойчивого развития : Материалы V международного научно-практического форума, Казань, 25–27 февраля 2016 года / Под редакцией И.И. Антоновой. Том Часть I. – Казань: Издательство "Познание", 2016. – С. 72-75.

68. Бурылов, В.С. Методика оценки качества деятельности предприятий автосервиса / В.С. Бурылов, Л.В. Виноградов, Т.И. Леонова // Журнал правовых и экономических исследований - 2016. - № 1. - С. 88-91.

69. Бурылов, В.С. Методика построения и анализа цифрового следа для формирования оптимальной стратегии повышения качества обучения студентов при дистанционной и смешанной форме обучения / Л. В. Виноградов, В. С. Бурылов // Национальные концепции качества: техническое регулирование и стандартизация в развитии цифровой экономики : Сборник материалов и докладов Национальной научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 04–05 октября 2021 года / Под редакцией В.В. Окрепилова, Е.А. Горбашко. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021. – С. 338-344.

70. Бурылов, В.С. Многокритериальная оптимизация тензора качества производственных процессов / В. С. Бурылов, Л. В. Виноградов // Национальные концепции качества: техническое регулирование и стандартизация в развитии цифровой экономики : Сборник материалов и докладов Национальной научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 04–05 октября 2021 года / Под редакцией В.В. Окрепилова, Е.А. Горбашко. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021. – С. 109-116.

71. Бурылов, В.С. Моделирование процесса очистки питьевой воды с применением искуственных нейронных сетей / В. С. Бурылов, Л. В. Виноградов, А. Г. Жукова // Национальная концепция качества: государственная и общественная защита прав потребителей : Сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 30 сентября – 01 2019 года / Под редакцией Е.А. Горбашко. – Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью "Редакционно-издательский центр "КУЛЬТ-ИНФОРМ-ПРЕСС", 2019. – С. 140-143.

72. Бурылов, В.С. Обеспечение конкурентоспособности предприятий автосервиса за счет качества предоставляемых услуг / В. С. Бурылов, Л. В.

Виноградов // Национальные концепции качества: повышение качества в обеспечении конкурентоспособности экономики : сборник материалов Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 29 сентября 2015 года / под редакцией Е.А. Горбашко. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2015. – С. 57-60.

73. Бурылов, В.С. Обеспечение оптимального уровня качества продукции / В. С. Бурылов, Л. В. Виноградов, В. А. Любаева // Инновации. – 2015. – № 3(197). – С. 105-107.

74. Бурылов, В.С. Обеспечение оптимального уровня качества производственной системы / В.С. Бурылов // Вестник Инжэкона серия: Экономика. - 2012. выпуск 5(56) – С. 188-190.

75. Бурылов, В.С. Оптимизация качества деятельности организации на основе цифровых технологий / В.С. Бурылов, Л.В. Виноградов, Т.И. Леонова, // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 3: экономические, гуманитарные и общественные науки. – 2022. - №2. – С. 68-72

76. Бурылов, В.С. Оптимизация качества программного обеспечения / В.С. Бурылов, Л.В. Виноградов, Т.И. Леонова, А.Д. Силакова // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024 – Том 1. №6(147). – С. 6-13

77. Бурылов, В.С. Оптимизация качества развития экономики на основе машинного обучения / В. С. Бурылов, Т. И. Леонова, Н. И. Мозалева // Национальная концепция качества: подготовка управленческих кадров : сборник тезисов докладов национальной научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 02–06 октября 2020 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2020. – С. 255-258.

78. Бурылов, В.С. Оптимизация качества услуг ОАО "РЖД" / В. С. Бурылов, Л. В. Виноградов // Национальная концепция качества: государственная и общественная защита прав потребителей : Сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 30 сентября

– 01 2019 года / Под редакцией Е.А. Горбашко. – Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью "Редакционно-издательский центр "КУЛЬТ-ИНФОРМ-ПРЕСС", 2019. – С. 125-130. –

79. Бурылов, В.С. Оптимизация стратегии качества устойчивого развития регионов на основе цифровых технологий / В. С. Бурылов, Т. И. Леонова // Эффективное управление экономикой: проблемы и перспективы : сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 14–15 апреля 2022 года. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2022. – С. 11-15.

80. Бурылов, В.С. Оптимизация стратегии устойчивого развития общества / В. С. Бурылов, Т. И. Леонова, Н. И. Мозалева // Устойчивое развитие экономики: сборник научных трудов / под ред. Е.А. Горбашко, В.Я. Белобрагина. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2020. – С. 159-167.

81. Бурылов, В.С. Оптимизация тензора качества процессов / В.С. Бурылов, Л.В. Виноградов // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2019. - №12(130) – С. 14-25

82. Бурылов, В.С. Оценка качества устойчивого развития региона / В.С. Бурылов, Т.И. Леонова, Н.И. Мозалева // Эффективное управление экономикой: проблемы и перспективы Сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции. Научн. ред. В. М. Ячменевой, редколлегия: И.М. Пожарицкая, Р.А. Тимаев, Т.И. Воробец. Симферополь – Симферополь: ООО «Издательство Типография «Ариал», 2021 – С. 55-59.

83. Бурылов, В.С. Оценка качества устойчивого развития регионов на основе математического кластерного анализа / В. С. Бурылов, Т. И. Леонова, Н. И. Мозалева // Эффективные системы менеджмента: качество и цифровые интеллектуальные системы : материалы IX Международного научно-практического форума, Казань, 15–16 апреля 2021 года / Казанский инновационный университет имени В. Г. Тимирясова. – Казань: Издательство "Познание", 2021. – С. 67-72.

84. Бурылов, В.С. Оценка потенциала устойчивого развития регионов / В. С. Бурылов, Т. И. Леонова, А. И. Зозуля // Устойчивое развитие социально-экономической системы Российской Федерации : сборник трудов XXIII Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 18–19 ноября 2021 года. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2021. – С. 44-49.

85. Бурылов, В.С. Оценка устойчивого развития регионов в условиях цифровизации / В.С. Бурылов, Т.И. Леонова // Наука и бизнес: Пути развития. - 2021. - №11(125). - С. 167-170

86. Бурылов, В.С. Перспективные направления математических моделей систем менеджмента качества / В.С. Бурылов, Л.В. Виноградов // Управление качеством: проблемы, исследования, опыт: Сборник научных трудов. - СПб.: СПбГИЭУ, 2009. выпуск 6 – С.32-39.

87. Бурылов, В.С. Показатели конкурентоспособности автосервисных предпринимательских структур / В.С. Бурылов // [Электронный ресурс] Управление экономическими системами электронный научный журнал. – 2015. - №4 –С. 42-52.

88. Бурылов, В.С. Применение проекционных методов при оптимизации системы менеджмента качества предприятия [Электронный ресурс] / В.С. Бурылов, Л.В. Виноградов, В.П. Семенов // Управление экономическими системами электронный научный журнал. – 2012. - №4 – С. 22 -32.

89. Бурылов, В.С. Развитие методов цифрового определения качества продукции и услуг / В. С. Бурылов, Л. В. Виноградов, Т. И. Леонова // Национальные концепции качества: роль качества в стратегиях социально-экономического развития в новом мире : Сборник материалов XV Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 18–22 октября 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2024. – С. 90-94.

90. Бурылов, В.С. Развитие стратегического менеджмента качества в организации / В. С. Бурылов, Т. И. Леонова // Электронный научный журнал. – 2020. – № 5(34). – С. 142-145.

91. Бурылов, В.С. Развитие фундаментальных основ экономики качества / В.С. Бурылов, С.С. Дымный, М.И. Кирсанова, Э.Э.о. Мамедов // Наука и бизнес: пути развития. 2024 – №12(162). – С. 161-166.

92. Бурылов, В.С. Разработка методики математического моделирования систем менеджмента качества производственных предприятий / В. С. Бурылов, В. П. Семенов, Л. В. Виноградов // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Технические науки. – 2010. – № 8. – С. 147-152.

93. Бурылов, В.С. Разработка системы показателей оценки качества работы предприятий автосервиса / В. С. Бурылов // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика. – 2011. – № 2. – С. 262-265.

94. Бурылов, В.С. Рекомендации для бизнеса по достижению целей устойчивого развития (ЦУР) / В. С. Бурылов, Т. Р. Мкртчян, А. И. Долинина // Устойчивое развитие социально-экономической системы Российской Федерации : сборник трудов XXIII Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 18–19 ноября 2021 года. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2021. – С. 119-123.

95. Бурылов, В.С. Роль науки и образования в повышении конкурентоспособности предприятий автосервиса / В.С. Бурылов, Л.В. Виноградов // Вестник факультета управления СПБГЭУ - СПб.: СПбГЭУ, 2018. – С. 72-75

96. Бурылов, В.С. Современные методы оценки и согласования результатов экспертных исследований качества / В.С. Бурылов, Л.В. Виноградов, В.П. Семенов, Р.О. Назаров // Управление качеством: проблемы, исследования, опыт: Сборник научных трудов. - СПб.: СПбГИЭУ, 2011. выпуск 7 – С.40-52.

97. Бурылов, В.С. Создание и машинное обучение искусственных экспертных систем при проведении квалиметрического анализа / В.С. Бурылов, Л.В. Виноградов, Т.И. Леонова, А.Д. Колбина // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024 – Том 6. №4(145). – С. 19-29

98. Бурылов, В.С. Сравнительный анализ показателей социально-экономического развития регионов / В. С. Бурылов, А. И. Зозуля, Т. И. Леонова // Научные исследования современных проблем развития России: Цифровая трансформация экономики : Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции молодых ученых Санкт-Петербургского государственного экономического университета. В 3-х частях, Санкт-Петербург, 17 февраля 2022 года / Под редакцией Е.А. Горбашко. Том Часть 2. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2022. – С. 27-32.

99. Бурылов, В.С. Средства и методы управления качеством. Учебное пособие. / В.С. Бурылов, Л.В. Виноградов, В.П. Семенов. – М.: Инфра-М, 2017. – 219 с.

100. Бурылов, В.С. Теоретические основы формирования системы эффективного управления качеством в организации / В. С. Бурылов, П. В. Голубев, С. С. Дымный, Э. Э. Мамедов // Глобальный научный потенциал. – 2025. – № 1(166). – С. 238-243.

101. Бурылов, В.С. Устойчивое развитие в организации: международный опыт / В. С. Бурылов, А. И. Долинина, Т. И. Леонова // Научные исследования современных проблем развития России: Цифровая трансформация экономики : Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции молодых ученых Санкт-Петербургского государственного экономического университета. В 3-х частях, Санкт-Петербург, 17 февраля 2022 года / Под редакцией Е.А. Горбашко. Том Часть 1. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2022. – С. 92-96.

102. Бурылов, В.С. Формирование оптимальной стратегии качества в условиях цифровизации. Монография / В.С. Бурылов, Л.В. Виноградов, Е.А. Горбашко, Т.И. Леонова // Монография- СПб.: Издательство СПГЭУ, 2020. – 181с.

103. Бурылов, В.С. Цифровой след обучающихся на основе данных LMS / В. С. Бурылов, Л. В. Виноградов // Современный менеджмент: проблемы и перспективы : сборник статей по итогам XVII национальной научно-практической

конференции с международным участием. В двух частях, Санкт-Петербург, 29–30 сентября 2022 года. Том Часть II. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2022. – С. 199-202.

104. Бурылов, В.С. Цифровые методы формирования оптимальной стратегии качества организации // Монография – СПб: Политех-пресс, 2024. – 198 с.

105. Бурылов, В.С. Экономико-математические методы в управлении качеством / В.С. Бурылов, Л.В. Виноградов, В.П. Семенов // Монография - СПб.: Издательство СПбГИЭУ, 2011. – 300 с.

106. Варнавская, И. П. Повышение социальной ответственности работодателей на уровне муниципальных образований Омской области / И. П. Варнавская // Стратегия как инструмент социально-экономического развития региона: от разработки к реализации: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Барнаул, 14 апреля 2022 года. – Барнаул: ООО "Пять плюс", 2022. – С. 165-169. – EDN OTQTWA.

107. Варфоломеева, М. Ю. Принципы менеджмента качества устойчивого развития территориально-административных образований / М. Ю. Варфоломеева // Наука и бизнес: пути развития. – 2017. – № 11(77). – С. 67-70. – EDN YOPMEH.

108. Васенко, В.Е. Определение уровня развития региона на основе методики оценки устойчивого развития / В.Е. Васенко // Региональная экономика: теория и практика. – 2013. - № 1. – С. 21-28.

109. Ватолкина, Н.Ш. История управления качеством: учебное пособие / Н.Ш. Ватолкина, Т.А. Салимова. – М.: КноРус, 2005. – 256 с.

110. Ватсон, Г. Качество в XXI веке. Роль качества в обеспечении конкурентоспособности и устойчивого развития / Г. Ватсон, Й. Кондо, Т. Конти. - М.: Стандарты и качество, 2005. – 280 с.

111. Венедиктова, С.К. Управление качеством жизни / С.К. Венедиктова, И.Г. Окрепилова. – СПб.: СПБГУЭФ, 2010. – 214 с.

112. Версан, В. Качество как национальная идея [Электронный ресурс] / В. Версан // - Режим доступа: http://www.promros.ru/май/компании/item/211-vilya-versan.html (дата обращения: 05.03.2023) .

113. Верховская, О.Р. Стратегический менеджмент / О.Р. Верховская, О.П. Савичев. – СПб.: СПБГУЭФ, 2009. – 128 с.

114. Веснин, В.Р. Стратегическое управление / В.Р. Веснин. - М.: Проспект, 2004. – 328 с.

115. Виноградов, Л. В. Использование математического моделирования при создании систем менеджмента качества: Учебное пособие / Л. В. Виноградов, Т. И. Леонова, А. Г. Жукова. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2017. – 115 с. – ISBN 978-5-7310-3941-3. – EDN ZSNMFV.

116. Виноградов, Л. В. Методы оценки качества продукции / Л. В. Виноградов, М. А. Звада // Вестник факультета управления СПбГЭУ. – 2017. – № 2. – С. 13-17. – EDN YLJIID.

117. Виноградов, Л. В. Обеспечение качества услуг в сфере обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в условиях цифровизации экономики / И. И. Коваленко, Т. И. Леонова, Л. В. Виноградов // Национальная концепция качества: государственная и общественная защита прав потребителей : сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 01 октября 2018 года / Санкт-Петербургский государственный экономический университет. – Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью "Редакционно-издательский центр "КУЛЬТ-ИНФОРМ-ПРЕСС", 2018. – С. 89-94. – EDN YMGVGX.

118. Виноградов, Л. В. Применение математического моделирования в процессах управления качеством / Л. В. Виноградов // Национальные концепции качества: интеграция образования, науки и бизнеса: Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 03–07 октября 2017 года / под редакцией Е.А. Горбашко. – Санкт-Петербург: Общество с

ограниченной ответственностью "Редакционно-издательский центр "КУЛЬТ-ИНФОРМ-ПРЕСС", 2017. – С. 55-57. – EDN ZXSDWN.

119. Виноградов, Л. В. Применение цифровых технологий в процессах управления качеством / Л. В. Виноградов // Вестник факультета управления СПбГЭУ. – 2017. – № 2. – С. 10-13. – EDN YLJIHU.

120. Виноградов, Л. В. Принятие управленческого решения на основании многокритериального анализа данных / Л. В. Виноградов // Россия и Санкт-Петербург: экономика и образование в XXI веке : XXXVII научная сессия профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов по итогам научно-исследовательской деятельности факультета менеджмента за 2014 год: сборник докладов, Санкт-Петербург, 01 марта – 30 2015 года / Под редакцией А. Е. Карлика, Е. Ю. Суслова. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2015. – С. 85-89. – EDN UTAFKZ.

121. Виноградов, Л. В. Совершенствование квалиметрических методов оценки качества продукции и услуг / Л. В. Виноградов // Вестник факультета управления СПбГЭУ. – 2017. – № 1-1. – С. 13-16. – EDN YZCEBX.

122. Виханский, О.С. Стратегическое управление / О.С. Виханский. – М.: Экономистъ, 2008. – 296 с.

123. Возможности цифрового двойника ГТД на базе цифровой платформы CML-Bench™ / Ю. А. Горский, Т. А. Паутова, П. А. Гаврилов [и др.] // Климовские чтения - 2022: перспективные направления развития авиадвигателестроения : Сборник статей научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 27–28 октября 2022 года. – Санкт-Петербург: ООО "Скифия-принт", 2022. – С. 189-196. – DOI 10.53454/9785986206257_189.

124. Войтоловский, В.Н. Организация контроля качества продукции за рубежом / В.Н. Войтоловский, М.Х. Пермонд – М.: Экономика, 1969. – 192 с.

125. Волкогонова, О.Д. Стратегический менеджмент / О.Д. Волкогонова, А.Т. Зуб. – М.: Инфра-М, 2007. – 256 с.

126. Воробьев, А. Решение проблемы взаимосвязи стратегии компании с системой менеджмента качества / А. Воробьев // Управление качеством. - 2005. - № 11. – С. 39 – 41.

127. Воронин, Г.П. Будущее без качества? Это не будущее / Г.П. Воронин // Стандарты и качество. – 2009. – №8. – С. 4-7.

128. Воронин, Г.П. Качество как национальная идея. Освоение систем качества – путь на мировой рынок / Г.П. Воронин // Стандарты и качество. – 2004. - № 5. – С. 40-45.

129. Гаркушин, А. Г. Совершенствование системы менеджмента качества газораспределительных организаций на основе стратегического планирования инновационной деятельности: автореферат ... к. экон. наук: 08.00.05 / А. Г. Гаркушин - Москва, 2022. – 20 с.

130. Гарькуша, В. Н. Роль стратегического управления в процессе повышения качества жизни населения / В. Н. Гарькуша, А. В. Бондарева // Друкеровский вестник. – 2022. – № 2(46). – С. 163-171. – DOI 10.17213/2312-6469-2022-2-163-171. – EDN TFUIIQ.

131. Генеративно-состязательные сети (GAN) [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://craftappmobile.com/генеративно-состязательные-сети-gan/ (дата обращения: 17.03.2024).

132. Герасимов, Б.И. Управление качеством / Б.И. Герасимов, Н.В. Злобина, С.П. Спиридонов. – М.: КНОРУС, 2007. – 272 с.

133. Глазунов, А.В. Стратегический менеджмент на основе баланса интересов заинтересованных сторон (MBI - Management by Interests) / А.В. Глазунов // Поволжский вестник качества. – 2007. – № 1. – С. 25-31.

134. Глазьев, С.Ю. Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса / С.Ю. Глазьев. – М.: Экономика, 2010. – 256 с.

135. Гличев, А.В. Качество продукции и эффективность производства / А.В. Гличев. – М.: Машиностроение, 1977. – 247 с.

136. Гличев, А.В. Качество, эффективность, нравственность / А.В. Гличев. – М.: Премиум Инжиниринг, 2009. – 358 с.

137. Гличев, А.В. Основы управление качеством продукции / А.В. Гличев. - М.: Стандарты и качество, 2001. – 424 с.

138. Глудкин, О.П. Всеобщее управление качеством / О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, А.И. Гуров. - М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 600 с.

139. Глухих, Л.В. Стратегическая и операционная конкурентоспособность в отраслях российской промышленности / Л.В. Глухих // Научный журнал КубГАУ. – 2008. - № 40 (6). – С. 1-8.

140. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов / В. Е. Гмурман. - 12-е изд. - Москва: Издательство Юрайт, 2025. - 479 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-00211-9. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/559584 (дата обращения: 09.03.2025)

141. Гнатюк, С. Н. Индикаторы устойчивого развития региона / С. Н. Гнатюк // Политика, экономика и инновации. – 2016. – № 5(7). – С. 20. – EDN XAKUVF.

142. Говорова, Н. В. Качество экономического роста в контексте целей устойчивого развития ООН / Н. В. Говорова // Стандарты и качество. – 2019. – № 7. – С. 70-73. – EDN BWBXPW.

143. Гольдратт, Э.М. Цель. Процесс непрерывного улучшения / Э.М. Голдратт, Дж. Кокс. - М.: Попурри, 2012. – 512 с.

144. Горбашко, Е. А. От экологии к рациональным моделям производства и потребления / Е. А. Горбашко, А. В. Титова, Ю. В. Вершинина // Устойчивое развитие экономики: сборник научных трудов / под ред. Е.А. Горбашко, В.Я. Белобрагина. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2020. – С. 109-119. – EDN KWSIIE.

145. Горбашко, Е.А. Концепция сбалансированной системы показателей и управление качеством: на пути к интеграции / Е.А. Горбашко. – М.: РИА «Стандарт и качество», 2009. – 300 с.

146. Горбашко, Е.А. Повышение качества управления на основе менеджмента качества / Е.А. Горбашко // Стандарты и качество. – 2009. – № 3. – С. 88-89.

147. Горбашко, Е.А. Техническое регулирование и стандартизация в достижении ЦУР ООН / Е.А. Горбашко, В.А. Бурмистров, М.М. Копкина // Стандарты и качество. – 2020. - №10. – С. 16-20.

148. Горбашко, Е.А. Управление качеством и конкурентоспособностью / Е.А. Горбашко. – СПб.: СПБГУЭФ, 2008. – 300 с.

149. Горбашко, Е.А. Управление качеством: учебник для бакалавров / Е.А. Горбашко. – М.: Юрайт, 2012. – 463 с.

150. Горбашко, Е.А. Управление качеством: учебное пособие / Е.А. Горбашко. – СПб.: Питер, 2008. – 384 с.

151. Горелик, С.Л. Современные технологии стратегического менеджмента: бизнес-инжиниринг как средство управления изменениями [Электронный ресурс] / С.Л. Горелик // Режим доступа: http://www.big.spb.ru/publications/bigspb/strategy/new_tech_strat_meng_be.shtml?print.html. (дата обращения 08.08.2024).

152. Гошал, С. Стратегический процесс / С. Гошал, Дж. Б. Куинн, Г. Минцберг. – СПБ.: Питер, 2005. – 688 с.

153. Грант, Р.М. Современный стратегический анализ / Р.М. Грант. — СПб.: Питер, 2008. - 560 с. - (Классика MBA).

154. Гретченко, А. А. Сущность цифровой экономики, генезис понятия "цифровая экономика" и предпосылки ее формирования в России / А. А. Гретченко // Научно-аналитический журнал Наука и практика Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. – 2018. – Т. 10, № 3(31). – С. 23-37. – EDN YMQSLZ.

155. Гретченко, А. А. Формирование национальной инновационной системы России - стратегический приоритет экономического развития / А. А. Гретченко // Проблемы современной экономики. – 2011. – № 2(38). – С. 16-20. – EDN OJOQXX.

156. Григорьев, Л.Ю. О роли СМК в общей системе управления предприятием / Л.Ю. Григорьев // Методы менеджмента качества. – 2009.– №4. – С. 15-19.

157. Григорьев, Л.Ю. Стратегия компании и цели в области качества / Л.Ю. Григорьев // Методы менеджмента качества. – 2009. – №7. – С. 16-20.

158. Грэттон, Л. Живая стратегия. Как поместить людей в центр решения корпоративных задач / Л. Грэттон; пер. с англ. Шарпай С. – Днепропетровск: Баланс-Клуб, 2003. – 288 с.

159. Губарь, Ю.В. Введение в математическое моделирование: курс лекций / Губарь Ю.В. - Москва: Интуит НОУ, 2016. - 178 с.

160. Губарь, Ю.В. Введение в математическое моделирование: практическое пособие / Губарь Ю.В. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2007. – 153 с.

161. Демиденко, Д.С. Затраты на обеспечение и повышение качества продукции. Их классификация / Д.С. Демиденко, Е.М. Карлик // Стандарты и качество. – 1977. - № 8.- С.50-57.

162. Демиденко, Д.С. Координаты экономики качества /Д.С. Демиденко, Т.И. Леонова, М.С. Бабарин // Стандарты и качество. – 2013. -№5. – С. 110-123.

163. Демиденко, Д.С. Экономическое управление в системах качества / Д.С. Демиденко, Т.И. Леонова // 6–ой Мировой конгресс Всеобщего управления качеством «Превосходство в бизнесе – что будет», 20-22 июля 2001. - СПб.: Изд-во Стокг. Школа экономики, 2001.

164. Деминг, Э. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми и процессами / Э. Деминг; 2-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. – 419 с.

165. Деминг, Э. Новая экономика / Э. Деминг. – М.: Эксмо, 2006. – 208 с.

166. Дергачева, И. В. Цифровые технологии: учебное пособие / И. В. Дергачева. - Ростов-на-Дону: РГУПС, 2023. - 78 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/342167 (дата обращения: 09.03.2025).

167. Дженстер, П. Анализ сильных и слабых сторон компании: определение стратегических возможностей / П. Дженстер, Д. Хасси. – М.: Вильямс, 2003. – 203 с.

168. Дмитриева, С. В. Управление качеством и операционная эффективность в промышленном комплексе: стратегии, методы и инструменты для повышения производительности и удовлетворения потребностей клиентов / С. В. Дмитриева // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2023. – Т. 13, № 7-1. – С. 154-162. – DOI 10.34670/AR.2023.71.65.015. – EDN BAPNOU.

169. Дорожная карта по развитию сквозной цифровой технологии "Новые производственные технологии". Результаты и перспективы / А. И. Боровков, О. И. Рождественский, К. В. Кукушкин [и др.] // Инновации. – 2019. – № 11(253). – С. 89-104. – DOI 10.26310/2071-3010.2019.253.11.011.

170. Друкер, П. Менеджмент: Пер. с англ./ П. Друкер, Дж. Макьярелло. – М.: ООО “И.Д. Вильямс", 2010. - 704 с.

171. Друкер, П. Практика менеджмента / П. Друкер – М.: Издательство «Вильямс», 2007. – 400 с.

172. Друкер, П. Эффективное управление предприятием / П. Друкер. – М.: Вильямс, 2009. – 224 с.

173. Еналеева, Ю.Р. Самооценка деятельности организации / Ю.Р. Еналеева, Т.А. Салимова. – М.: Академический Проект, 2006. – 279 с.

174. Еналеева, Ю.Р. Эволюция международных стандартов ИСО в области экономики качества: от затрат на качество к достижению финансовых и экономических выгод / Ю.Р. Еналеева // Системное управление. – 2011. - № 3 (13). – С.80-88.

175. Ефимов, В.В. Основы обеспечения качества: учебное пособие / В.В. Ефимов, М.В. Самсонова. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 236 с.

176. Ефремов, В.С. Стратегия бизнеса. Концепции и методы планирования / В.С. Ефремов. – М.: Финпресс, 2007. – 256 с.

177. Жаркова, Е. А. Цифровая экономика России в контексте развития глобальной цифровой экономики / Е. А. Жаркова // Вестник Сибирского

государственного университета путей сообщения: Гуманитарные исследования. – 2022. – № 4(15). – С. 69-79. – DOI 10.52170/2618-7949_2022_15_69. – EDN FINLMJ.

178. Жуворина, Е.Н. Программа «качество жизни» / Е.Н. Жуворина, А.С. Птеров // Качество – стратегия XXI века. Материалы XVII Международной научно-практической конференции. – 2012. — С. 33-35.

179. Зарецкий, С. В. Многокритериальная оптимизация комплекса параметров вектора качества бизнес-процессов / С. В. Зарецкий // Экономика качества. – 2016. – № 13. – С. 37-40. – EDN VVIYSR.

180. Злобина, Н. В. Внедрение системы управления качеством в организации / Н. В. Злобина, М. С. Р. Молонгуа // Цифровое общество: научные инициативы и новые вызовы: Сборник научных трудов по материалам V Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 17 апреля 2024 года. – Москва: ООО "Издательство "Экономическое образование", 2024. – С. 41-46.

181. Злобина, Н. В. Внедрение системы управления качеством в организации / Н. В. Злобина, М. С. Р. Молонгуа // Журнал монетарной экономики и менеджмента. – 2024. – № 3. – С. 78-82.

182. Злобина, Н. В. Обеспечение устойчивого развития экономических агентов методами менеджмента качества в эпоху цифровизации / В. В. Окрепилов, А. В. Бабкин, Н. В. Злобина [и др.] // Экономическая наука современной России. – 2021. – № 2(93). – С. 81-100.

183. Зуб, А.Т. Стратегический менеджмент / А.Т. Зуб. – М.: Проспект, 2007. – 432 с.

184. Иванов, О.Б. Глобальные риски и тенденции современного мира // ЭТАП. – 2017. – №1. – С.7-20.

185. Иванова, Г.Н. Система менеджмента устойчивого развития – возможна ли она? / Г.Н. Иванова, И.В. Чудиновских, А.В. Солдатова // Стандарты и качество. - 2023. - № 9.- с. 28-33

186. Ивин, Е. А. Методическое пособие по эконометрике: для социально-экономических специальностей [Текст] / Е. А. Ивин, Н. В. Артамонов, А. Н. Курбацкий. – Вологда: ИСЭРТ РАН, 2016. – 184 с . ISBN 978-5-93299-331-6

187. Иволга, А.В. Обоснование подхода к понятию устойчивого развития экономики региона / А.В. Иволга, А.А. Чаплицкая // Биоресурсы и природопользование. – 2014. – Т. 6. № 1-2. – С. 151-154.

188. Ильенкова, С.Д. Управление качеством / С.Д. Ильенкова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 198 с.

189. Илюхин, С.Ю. Конспект лекций дисциплины «Компьютерные технологии в науке и образовании». Ч. 2. Экспертные системы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studfile.net/preview/596910 (дата обращения: 01.12.2025)

190. Имаи, М. Кайдзен: ключ к успеху японских компаний / М. Имаи. -М.: Альпина Букс, 2007. – 276 с.

191. Исаев, И. И. Роль систем управления качеством в социально-экономическом развитии региона / И. И. Исаев, И. В. Чудиновских // Экономика качества. – 2012. – № 1. – С. 7. – EDN UBHYLV.

192. Исикава, К. Японские методы управления качеством / К. Исикава. – М.: Экономика, 1988. – 215 с.

193. Итоговый документ саммита Организации Объединенных Наций по принятию повестки дня в области развития на период после 2015 года: Преобразование нашего мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/92/PDF/N1529192.pdf (дата обращения: 01.12.2025)

194. Казанчева, Х.К. Перспективы стратегического управления экономикой региона в условиях асимметрии знаний в реалиях цифровой экономики / Х.К. Казанчева, А.Л. Кальчукова // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. - 2017. - № 6-1 (80). - С. 143–151.

195. Каплан, Р. С. Стратегическое единство. Создание синергии организации с помощью сбалансированной системы показателей / Р.С. Каплан, Д.П. Нортон. - Киев: «Вильямс», 2006. – 384 с.

196. Каплан, Р.С. Организация, ориентированная на стратегию / Р.С. Каплан, Д.П. Нортон. – М.: Олимп - Бизнес, 2004. – 514 с.

197. Каплан, Р.С. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / Р.С. Каплан, Д.П. Нортон. – М.: Олимп- Бизнес, 2006. – 304 с.

198. Карлик, Е.М. Классификация затрат на обеспечение качества продукции / Е.М. Карлик, В.М. Шкловский // Стандарты и качество. – 1975. - № 11.- С.34-38.

199. Катькало, В.С. Теория стратегического управления: этапы развития и основные парадигмы / В.С. Катькало // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2003. – № 16. – С. 3-21.

200. Катькало, В.С. Эволюция теории стратегического управления / В.С. Катькало. - СПб.: Высшая школа менеджмента. Издат. дом С.-Петербургского гос. ун-та, 2008. – 548 с.

201. Качество в истории цивилизации: эволюция, тенденции и перспективы управления качеством / под ред. Дж. Джурана; пер. с англ. О.В. Замятиной, Я.В. Лева; в 3-х томах. - М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. – 560 с.

202. Клиот, Ю.М. Система непрерывного менеджмента как основной инструмент внедрения и практического использования системы менеджмента качества в организациях / Ю.М. Клиот // Вопросы современной науки и практики. – 2012. - № 1(37). – С. 198-205.

203. Когут, А.Е. Эффективность повышения качества продукции в машиносторении / А.Е. Когут. - Л.: Машиностроение, Ленинград. отд-ние, 1979. – 248 с.

204. Кокшаров, С.О. Оценка стратегии развития регионов по критериям концепции устойчивого развития: Свердловская область / С.О. Кокшаров, О.С. Булатова // Весенние дни науки. – 2020. – С. 310-315.

205. Конарева, Л.А. Структура затрат на обеспечение качества продукции и услуг в компаниях стран с развитой рыночной экономикой / Л.А. Конарева // Методы менеджмента качества. – 2001. - № 10. – С. 12-18.

206. Кондо, Й. Управление качеством в масштабах компании: становление и этапы развития / Й. Кондо; пер. с англ. Е.П. Маркова, И.Н. Рыбаков. - Н. Новгород: СМЦ «Приоритет», 2002. – 252 с.

207. Коноваленков, С.В. Факторы, влияющие на качество оценки устойчивого развития региона / С.В. Коноваленков // Актуальные проблемы экономики, социологии и права. – 2019. - № 4-2. – С. 60-65.

208. Консалтинговая компания Forrester Research [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.croc.ru/solution/business-solutions/bim/?tab=0 (Дата обращения: 03.04.2024)

209. Конти, Т. Качество: упущенная возможность? / Т. Конти. – М.: Стандарты и качество, 2007. – 213 с.

210. Конти, Т. Почему не полностью используется потенциал самооценки / Т. Конти // Методы менеджмента качества. – 2003. – №3. – С. 4-11.

211. Конти, Т. Самооценка в организациях / Т. Конти. – М: Стандарты и качество, 2000. – 328 с.

212. Коряков, А.Г. Теоретические предпосылки развития российских регионов в контексте концепции устойчивого развития / А.Г. Коряков // Теория и практика общественного развития. – 2012. - № 6. – С. 186-191.

213. Котлер, Ф. 300 ключевых вопросов маркетинга. Отвечает Филип Котлер / Ф. Котлер. - М.: Олимп-бизнес, 2007. – 200 с.

214. Котлер, Ф. Основы маркетинга. Краткий курс / Ф. Котлер. – М.: Вильямс, 2007. – 656 с.

215. Кох, Р. Стратегия. Как создавать и использовать эффективную стратегию / Р. Кох; 2-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 320 с.

216. Кросби, Ф.Б. Качество и я. Жизнь бизнесмена в Америке / Ф.Б. Кросби. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2003. – 264 с.

217. Крыжко, Д.А. Анализ методических подходов к оценке уровня цифрового развития территорий в контексте устойчивого развития регионов / Д.А. Крыжко // Неделя науки СПБПУ. – 2019. – С. 324-327.

218. Кузьмин, А.М. Методы поиска идей и создания инноваций / А.М. Кузьмин // Методы менеджмента качества. – 2003. - №4. – 111 с.

219. Кузьмина, С. Н. Модель оценки уровня экономической безопасности организации в условиях цифровой трансформации / В. С. Голубев, С. Н. Кузьмина,

М. А. Косухина // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. – 2025. – № 3(82). – С. 61-71. – DOI 10.52897/2411-4588-2025-3-61-71. – EDN UBFJVU.

220. Курс лекций на тему: «Генерирование на ЭВМ последовательностей равномерно распределенных случайных чисел. Моделирование нормально распределенной случайной величины» [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://intuit.ru/studies/courses/2260/156/lecture/27247 (Дата обращения: 13.10.2025)

221. Кыштымова Е.А., Медик Д.О. Стратегический менеджмент: современные концепции Символ науки. - 2017. Т. 1. -№ 2. - С. 82-84

222. Кэмпбелл, Д. Стратегический менеджмент / Д. Кэмпбелл, Д. Стоунхаус, Б. Хьюстон. - М.: Проспект, 2006. – 336 с.

223. Кэнуэлл, Д. Стратегический менеджмент. Ключевые понятия / Д. Кэнуэлл, Д. Сазерленд. – М.: Баланс Бизнес Букс, 2005. – 440 с.

224. Лазарева Е.Н. Цифровая экономика: сущность, структура и особенности развития в России // Экономический вектор. 2019. № 3 (18). С. 65–69. – DOI 10.36807/2411-7269-3-18-65-69. – EDN IYECLH.

225. Ламбен, Ж.-Ж. Стратегический маркетинг. Европейская перспектива / Ламбен, Жан-Жак. - Пер. с французского. – СПб.: Наука, - 1996.- 589 с.

226. Лапидус, В.А. Всеобщее качество (TQM) в российских компаниях / В.А. Лапидус. – М.: Новости, 2002. – 432 с.

227. Левицкий, Д.В. Формирование стратегии качества в организации / Д.В. Левицкий, Т.И. Леонова // Проблемы современной экономики. – 2012. – С. 430-432.

228. Лемке, Г. Нелинейный стратегический менеджмент или искусство конкуренции / Г. Лемке. – М.: Дело и Сервис, 2006. – 400 с.

229. Леонова Т.И. Экономико – математические методы в управлении качеством / Т.И. Леонова. – СПб.: СПбГЭУ, 2013. – 31 с.

230. Леонова, Т. И. Управление затратами на качество продукции / Т. И. Леонова. - СПб.: СПбГУЭФ, 2002. - 135 с.

231. Леонова, Т.И. Процессная модель управления затратами в системе менеджмента качества / Т.И. Леонова. – СПб.: СПбГУЭФ, 2005. – 48 с.

232. Леонова, Т.И. Экономические аспекты управления качеством /Т.И. Леонова. – СПб.: СПбГЭУ, 2013. – 100 с.

233. Литвин, И.Ю. Инновационное развитие региона, как важнейший фактор устойчивого развития (на примере республики Татарстан) / И.Ю. Литвин // Сборник по итогам проведения всероссийской научно-практической конференции «Стратегии бизнеса и их интернационализация». – 2020. – С. 154-157.

234. Лола, М. Качество продукции: некоторые вопросы теории / М. Лола //Экономические науки. - 1977. - № 7. - С. 31-36.

235. Маймина, Э.В. Социально-экономические показатели устойчивого развития и оценка ситуации в регионе (на примере Ульяновской области) / Э.В. Маймина, С.Д. Фурсова // Вестник белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2019. - № 2(75). – С. 130-145.

236. Макаров, В. В. Адаптивное управление предприятием в условиях неопределенности / Д. В. Гапаненок, В. В. Макаров // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – Т. 14, № 3-1. – С. 679-685.

237. Макаров, В.В. Управление качеством / В.В. Макаров, Т.Н. Старкова. – СПб.: Изд-во СПбГУТ, 2012. – 84 с.

238. Макконнелл, К.Р. Экономикс: Принципы, проблемы и политика / К.Р. Макконнелл; в 2 томах. – М.: ИНФРА – М, 2003. – 983 с.

239. Манукян, Г. А. Методы оптимизации качества / Г. А. Манукян // Мировая наука. – 2022. – № 4(61). – С. 107-110. – EDN FYWKPA.

240. Маркова, В. Д. Стратегический менеджмент в экономике знаний / В. Д. Маркова, С. А. Кузнецова // Мир экономики и управления. – 2015. – Т. 15, № 2. – С. 76-86. – EDN VHLHZX.

241. Мартынов, О.Ю. Стратегическое управление в системе обеспечения качества / О.Ю. Мартынов // Вектор науки ТГУ. – 2012. - № 1 (19). – С. 67-69.

242. Маслов, Д.В. Стратегии менеджмента. Качество vs качество / Д. В. Маслов // Стратегии. – 2004. - № 11. – С. 101.

243. Материалы Всемирного экономического форума 2012 года. / Счетная палата Российской Федерации. – М.: Центр ситуационного анализа. – 2012, с.187.

244. Машанова, А. А. Формирование стратегии в системе менеджмента качества / А. А. Машанова, Т. А. Бурганова // Опыт и проблемы реформирования системы менеджмента на современном предприятии: тактика и стратегия: сборник статей XXII Международной научно-практической конференции, Пенза, 20–21 марта 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 395-397. – EDN EGGFNJ.

245. Метод главных компонент (Principal component analysis) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://wiki.loginom.ru/articles/principal-component-analysis.html (Дата обращения: 06.07.2024)

246. Методы менеджмента качества. Методология управления риском стандартизации / П. С. Серенков, В. Л. Гуревич, В. М. Романчак, А. В. Янушкевич. – Минск, Москва: Издательский Дом "Инфра-М", 2018. – 256 с. – (Высшее образование - магистратура). – ISBN 978-985-475-626-4. – EDN LWJMLR.

247. Минцберг, Г. Стратегическое сафари: экскурсия по дебрям стратегического менеджмента / Г. Минцберг, Б. Альстрэнд, Дж. Лэмпел. — М.: Альпина Паблишер, 2019. — 512 с.

248. Мирошников, В.В. Методологические основы системного моделирования и оптимизации менеджмента качества в машиностроении: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук : 05.02.23 / В.В. Мирошников. - Брянск, 2006. - 440 с.

249. Митрофанов, Д. Е. Стратегические показатели управления качеством процессов в организации / Д. Е. Митрофанов, В. В. Постнов, Д. Ю. Уткин, А. С. Селиверстов // Экономика, управление, финансы : Материалы VIII Международной научной конференции, Краснодар, 20–23 февраля 2018 года. – Краснодар: Новация, 2018. – С. 148-150. – EDN YOWFFW.

250. Мкртчян, Т.Р. Совершенствование управления качеством деятельности организации для обеспечения устойчивого развития на основе системного моделирования: диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук : 08.00.05 / Т.Р. Мкртчян. - Санкт-Петербург, 2021. - 403 с.

251. Моборн, Рене. Стратегия голубого океана / Рене Моборн, Чан Ким У. - М.: «Манн, Иванов и Фербер», 2012. – 304 с.

252. Молчан, А. С. Формирование точек экономического роста как базовая экономическая стратегия развития и модернизации региональной экономики / А. С. Молчан // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 67. – С. 259-282. – EDN NEJCRJ.

253. Мониторинг государственных и муниципальных услуг в регионе как стратегический инструмент повышения качества регионального управления: опыт, проблемы, рекомендации / Под общ. ред. В.В. Маркина, А.В. Осташкова. – Москва, 2008. – 321 с.

254. Назарова, Е. В. Качество продукции: проблемы и стратегии управления / Е. В. Назарова // International Scientific Review. – 2016. – № 18(28). – С. 55-57. – EDN WYBEMV.

255. Нив, Г.Р. Пространство доктора Деминга. Принципы построения устойчивого бизнеса / Г.Р. Нив. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 370 с.

256. Нижегородов, Е.В. Национальная инновационная система как основа экономики качества жизни / Е.В. Нижегородов, К.Н. Савин // Экономические науки. – 2012. - № 11. – С. 233 – 236.

257. Никандрова, Н.Г. Проблема выбора и постановки стратегии организации / Н.Г. Никандрова // Труды Псковского политехнического института. Экономика. – 2010 - № 13. – С. 211 – 215.

258. О Целях устойчивого развития [Электронный ресурс] // Официальный сайт РОССТАТа. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/sdg (дата обращения: 22.09.2020).

259. Овсянко, А. Управление качеством и стандарты ISO 9000: мыльный пузырь или новая парадигма бизнеса / А. Овсянко // Директор. – 2000. - № 9. – С. 15-21.

260. Овсянко, Д.В. Управление качеством: Учебное пособие / Д.В. Овсянко. – СПб.: Высшая школа менеджмента, 2011. – 204 с.

261. Окрепилов, В. В. Устойчивое развитие административно-территориальных образований на основе экономики качества / В. В. Окрепилов // Экономика качества. – 2014. - № 2 (6). – С.3-7.

262. Окрепилов, В.В. Всеобщее управление качеством: учебник / В.В. Окрепилов. - СПб.: СПГУЭФ, 1996. – 454 с.

263. Окрепилов, В.В. Менеджмент качества / В.В. Окрепилов; в 2-х томах; том 2. – СПб.: Наука, 2007. – 656 с.

264. Окрепилов, В.В. Пространственное развитие и качество / В.В. Окрепилов // ИПРЭ РАН – СПб.: Наука, 2011 г. – 293 с.

265. Окрепилов, В.В. Разработка методических подходов к оценке эффективности управления качеством жизни / В.В. Окрепилов, И.В. Чудиновских // Проблемы преобразования и регулирования региональных социально-экономических систем. – 2018. – С. 116-123

266. Окрепилов, В.В. Роль качества в условиях глобального рынка / В.В. Окрепилов // Экономика качества. – 2013. № 1 (2). – С. 3.

267. Окрепилов, В.В. Роль экономики качества в повышении эффективности социально-экономического развития / В.В. Окрепилов // Экономика качества. – 2013. - № 1. – С.2-12.

268. Окрепилов, В.В. Техническое регулирование в России / В.В. Окрепилов, Г.Н. Иванова. – СПб.: СПбГУЭФ, 2008. – 431 с.

269. Окрепилов, В.В. Устойчивое развитие территорий и обеспечение качества жизни на основе экономики качества / В.В. Окрепилов // Управленческое консультирование. Раздел «Стратегии регионального развития: ставка на конкурентоспособность» - 2015. - Вып. 7. – С. 65-75

270. Окрепилов, В.В. Фундаментальные проблемы пространственного развития макрорегиона при переходе к инновационной экономике на примере северо-запада России / В.В. Окрепилов – СПб.: «НАУКА», 2010. – 594 с.

271. Окрепилов, В.В. Эволюция качества / В.В. Окрепилов. – СПб: Наука, 2009. – 744 с.

272. Окрепилов, В.В. Экономика качества / В.В. Окрепилов. – СПб.: Наука, 2011. – 660 с.

273. Окрепилов, В.В. Экономика качества как универсальный инструмент развития / В.В. Окрепилов // Экономика качества. – 2012. - № 1 (1). – С. 4.

274. Окрепилов, В.В., Бабкин А.В., Злобина Н.В., Кузьмина С.Н., Салимова Т.А. Обеспечение устойчивого развития экономических агентов методами менеджмента качества в эпоху цифровизации // Экономическая наука современной России. 2021. № 2. С. 81–100.

275. Орлов, А.И. Эконометрика: учебник для вузов/ А.И. Орлов. Ростов н/Д: Феникс, 2009. 585 с.

276. Отчет о глобальных рисках-2017 // Электронный журнал «Рынок страхования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://allinsurance.kz/index.php?option=com_content&view=article&id=5554:otchjot-o-globalnykh-riskakh-2017&catid=208:analiticheskie-issledovaniya&Itemid=1924 (дата обращения: 05.09.2024).

277. Павлов, Д.Н. Стратегический менеджмент как инструмент перспективного развития бизнеса // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. -2019. -№ 4. -С. 37-40

278. Петров, А.Н. Стратегический менеджмент: учебник для вузов / А.Н. Петров. – СПб.: Питер, 2012. – 400 с.

279. Повестка дня на XXI век. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3–14 июня 1992 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21.shtml (дата обращения 21.03.2022).

280. Погода опаснее мигрантов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://news.rambler.ru/articles/35808592-pogoda-okazalas-opasnee-migrantov/

281. Подпругин, М. О. Устойчивое развитие региона: понятие, основные подходы и факторы / М. О. Подпругин // Российское предпринимательство. – 2012. – № 24(222). – С. 214-221. – EDN PKIMTZ.

282. Попова, Г.Л. Анализ качества социально-экономического развития региона: понятия и критерии / Г.Л. Попова // Экономический анализ: теория и практика. – 2011. - № 29 (236). - С. 25-31.

283. Попова, Л.Ф. Реализация процессного подхода в условиях интеграции стратегического менеджмента и управления качеством: глава в коллективной монографии / Л.Ф. Попова. - Саратов: Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2018. – С. 79-88.

284. Портер, М. Конкурентная стратегия. Методики анализа отраслей и конкурентов / М. Портер. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 454 с.

285. Портер, М. Конкуренция / М. Портер. - М.: Вильямс, 2005. – 608 с.

286. Пригожин, А.И. Дезорганизация: Причины, виды, преодоление / А. И. Пригожин. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. - 402 с.

287. Прияцелюк, Н. Обзор самых популярных алгоритмов машинного обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tproger.ru/translations/top-machine-learning-algorithms (Дата обращения: 03.04.24).

288. Пронина, А.М. Стратегический менеджмент в эпоху экономики, основанной на знаниях, интеллектуальном потенциале человека // Ученые записки Российской Академии предпринимательства. - 2016. - № 49. - С. 461-465.

289. Прохорович, В.Г. Повышение конкурентоспособности отрасли на основе стратегического развития менеджмента качества: автореферат дисс. … к.э.н.: 08.00.05 / В.Г. Прохорович. – СПб., 2016. – 18 с.

290. Пяткин, В. В. От информационного общества к цифровой экономике или к экономике знаний? / В. В. Пяткин, А. И. Колчин // Вестник современных исследований. – 2018. – № 7.1(22). – С. 244-246. – EDN UVNGAF.

291. Райс, Э. Маркетинговые войны / Э. Райс, Д. Траут. – СПб.: Питер, 2009. – 304 с.

292. Райхельд, Ф. Искренняя лояльность. Ключ к завоеванию клиентов на всю жизнь / Ф. Райхельд, Р. Марки. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 352 с.

293. Ребрин, Ю.И. Управление качеством: учебное пособие / Ю.И. Ребрин. - Таганрог: ТРТУ, 2004. – 174 с.

294. Регент, Т.М. Влияние миграции на устойчивое развитие регионов с применением динамической модели межрегионального развития / Т.М. Регент, А.В. Масленникова // Наука. Культура. Общество. – 2020. - № 1. – С. 75-80.

295. Рейтинг стран мира по индексу устойчивости общества [Электронный ресурс] // Гуманитарный портал. Режим доступа: https://gtmarket.ru/ratings/sustainable-society-index Дата обращения: (22.09.2020).

296. Рожков, Е. В. Проблемы разработки стратегии социально-экономического развития Пермского края / Е. В. Рожков // Стратегия как инструмент социально-экономического развития региона: от разработки к реализации: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Барнаул, 14 апреля 2022 года. – Барнаул: ООО "Пять плюс", 2022. – С. 78-80. – EDN ZNDXPJ.

297. Рэнкинг устойчивого развития регионов Российской Федерации /Agencysgm.com : сайт/ Агентство «Эс Джи Эм». – URL: https://www.agencysgm.com/ (дата обращения: 20.05.2023)

298. Рязанцев, А.Б. Субстрат «качество» в стратегическом моделировании / А.Б. Рязанцев, О.С. Щукин // Современная экономика: проблемы и решения. – 2010. - № 7(7). – С. 58-69.

299. Рязанцев, А.Б. Эффективность современной стратегической модели на основе TQM / А.Б. Рязанцев // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. – 2009. - № 2. – С. 15-21.

300. Сабына, Е. Н. Стратегия социально-экономического развития: важные аспекты разработки и реализации / Е. Н. Сабына // Стратегия как инструмент социально-экономического развития региона: от разработки к реализации: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Барнаул, 14 апреля 2022 года. – Барнаул: ООО "Пять плюс", 2022. – С. 13-16. – EDN MBEZTF.

301. Савелова, Е.Ф. Реализация концепции стратегического планирования в системе менеджмента качества в организациях региона / Е.Ф. Савелова // Регионология. – 2009. - №3 (68). – С. 101-106.

302. Савин, К.Н. Мотивация национального качества: направления, перспективы, тенденции / К.Н. Савин, А.В. Шабаев // Вопросы современной науки и практики. – 2011. - № 1 (32). – С. 269 – 274.

303. Салимова, Т. А. Векторы развития СМК при переходе к Индустрии 4.0 / Т. А. Салимова, Н. Ш. Ватолкина, В. И. Маколов // Стандарты и качество. – 2018. – № 8. – С. 44-48. – EDN XUKQHR.

304. Салимова, Т.А. Управление качеством: учебник по специальности «Менеджмент организации» / Т.А. Салимова; 2-е изд. – М.: Омега-Л, 2008. – 224 с.

305. Самойлович, В.Г. Прогнозирование оптимального уровня качества машин: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук : 08.00.05 / В.Г. Самойлович. - Ленинград, 1990. - 37 с.

306. Светлосанов, В.А. О критериях оценки устойчивого развития региона / В.А. Светлосанов, В.Н. Кудин, А.Н. Куликов // Юг России: экология, развитие. – 2008. – Т. 3. № 1. – С. 6-14.

307. Себелев, А. А. Применение гибридного подхода при построении цифрового испытательнго стенда осевого компрессора / А. А. Себелев, А. Р. Асылгужин, А. И. Боровков // Перспективы развития двигателестроения: Материалы международной научно-технической конференции имени Н.Д. Кузнецова, Самара, 18–20 июня 2025 года. – Самара: Самарский национальный исследовательский университет им. акад. С.П. Королева, 2025. – С. 885-887. – EDN MCLSVY.

308. Скобкин, С. С. Стратегический менеджмент в индустрии гостеприимства и туризма: учебник для вузов / С. С. Скобкин. - 2-е изд., испр, и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2019. - 442 с.

309. Скрипко, Л.Е. Экономические аспекты в системах менеджмента качества: результативность и эффективность [Электронный ресурс] / Л.Е. Скрипко // - Режим доступа: http://www.quality.eup.ru/ECONOM/ea.html (дата обращения: 21.09.2025).

310. Скрипко, Л.Е. Экономическое управление качеством: теория и методология / Л.Е. Скрипко. – СПб.: СПбГУЭФ, 2006. – 203 с.

311. «Случайный лес» - «Random forest» [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://wiki2.org/ru/Random_forest (дата обращения: 21.09.2025).

312. Специальное издание: ход достижения целей в области устойчивого развития [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2019/secretary-general-sdg-report-2019--RU.pdf (дата обращения: 21.09.2020).

313. Степнов, И.М. Цифровой стратегический менеджмент: проблемы и перспективы // Вестник факультета управления СПбГЭУ. -2018.- № 3.- С. 89-94.

314. Сток, Д. Стратегии, которые работают. Подход BCG / Д. Сток, К. Штерн; 2-е издание. - М.: Изд-во «Манн, Иванов и Фербер», 2007. – 496 с.

315. Стратегический менеджмент: функциональные стратегии: учебно-методическое пособие / авт. колл.: А.М. Аронов [и др.] ; под ред. А.Н. Петрова. – СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2023. – 92 с.

316. Стрикенд, А. Дж. Стратегический менеджмент: концепции и ситуации для анализа / А. Дж. Стрикленд, А.А. Томпсон. – М.: Вильямс, 2007. – 928 с.

317. Сухарева, М.А. От концепции постиндустриального общества к концепции экономики знаний и цифровой экономики: критический анализ терминологического поля // E-Journal public administration. 2018. № 68. С. 445–464.

318. Сыдыков, Е. Б. Стратегический менеджмент в обеспечении качества: опыт ену / Е. Б. Сыдыков // Education. Quality Assurance. – 2017. – № 2-3. – С. 12-17. – EDN ZJWAQH.

319. Тагути, Г. Управление качеством. Робастное проектирование. Метод Тагути / под общ. ред. Г. Тагути. – М.: Сейфи, 2002. – 385 с.

320. Тверская, И.В. Качество управления предприятием - важное стратегическое направление инновационной экономики / И.В. Тверская, Л.А. Саргсян // Век качества. – 2016. - №1. – С. 20-27.

321. Траут, Дж. Дифференцируйся или умирай! / Дж. Траут. – СПб.: Питер, 2006. – 240 с.

322. Третьякова, Е.А. Оценка показателей устойчивого развития регионов России / Е.А. Третьякова, М.Ю. Осипова // Проблемы прогнозирования. – 2018. - № 2 (167). – С. 24-35.

323. Троцковский, А. Я. Популизм в стратегировании: истоки, формы и последствия / А. Я. Троцковский, Ю. А. Перекаренкова // Стратегия как инструмент социально-экономического развития региона: от разработки к реализации: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Барнаул, 14 апреля 2022 года. – Барнаул: ООО "Пять плюс", 2022. – С. 9-13. – EDN HGKEQT.

324. Туманов, К.М. Современные подходы к реализации стратегии качества на предприятии / К.М. Туманов // Фундаментальные исследования. – 2015. - № 2-10. – С. 2231-2235.

325. Туманов, К.М. Стратегическое управление качеством: теоретические и методологические подходы: монография / К.М. Туманов. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2012. – 172 с.

326. Турко, Л. В. Сущность феномена цифровой экономики, анализ определений понятия "цифровая экономика" / Л. В. Турко // Российский экономический интернет-журнал. – 2019. – № 2. – С. 88. – EDN WJPZSV.

327. Турчинс, Я.Б. Обострение неравномерности развития капитализма в итоге Второй мировой войны / Я.Б. Турчинс. – М., 1953. – 356 с.

328. Управление конкурентоспособностью. Теория и практика: учебник для магистров / под ред. Е.А. Горбашко, И.А. Максимцева. – М.: Изд-во Юрайт, 2014. – 447 с.

329. Усачева, И.Ю., Демина В.В. Содержание дефиниции «стратегический менеджмент» в процессе развития теории стратегического управления // Вестник Московского государственного областного университета. - Серия: Экономика. 2017.- № 3.- С. 61-69.

330. Утевская, М. В. Эффективное управление качеством в организации для реализации стратегии устойчивого развития / М. В. Утевская // Эффективное управление экономикой: проблемы и перспективы : Сборник трудов VIII

Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 13–14 апреля 2023 года / Научн. ред. В.М. Ячменевой, редколлегия: М.В. Высочина, А.А. Антонова, Р.А. Тимаев. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2023. – С. 188-191. – EDN UMOHFT.

331. Утевская, М.В. Обеспечение устойчивого развития организации на основе стандартизации и методов управления качеством: теория и методология: монография/М.В. Утевская.- СПб:ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024.-212с.

332. Фатхутдинов, Р.А. Разработка управленческого решения / Р.А. Фатхутдинов; 2-е изд., доп. - М.: «Интел-Синтез», 1998. – 272 с.

333. Фатхутдинов, Р.А. Стратегический менеджмент / Р.А. Фатхутдинов. - М.: Дело, 2008. – 448 с.

334. Фейгенбаум, А. Контроль качества продукции / А. Фейгенбаум. – М.: Экономика, 1986. – 471 с.

335. Филоненко, И. Проект национальной стратегии качества [Электронный ресурс] / И. Филоненко // - Режим доступа: http://www.storonniki.info/proekt-natsionalnoy-strategii-kachestva/.html. (дата обращения: 21.11.2024).

336. Фролова, Е. А. Квалиметрическая оценка качества цифровых двойников аддитивного производства / В. А. Тушавин, Е. А. Фролова, А. В. Чабаненко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2023. – Т. 25, № 6(116). – С. 84-91..

337. Хамел, Г. Конкурируя за будущее. Создание рынков завтрашнего дня / Г. Хамел, К.К. Прахалад; пер. с англ. - М.: ЗАО «Олим - Бизнес», 2002. – 186 с.

338. Хасси, Д. Стратегия и планирование / Д. Хасси. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.

339. Хенш, Ш. Система менеджмента качества Balanced Scorecard как инструмент стратегического менеджмента качества посредством ISO 9001: 2000 [Электронный ресурс] / Ш. Хенш // - Режим доступа: http://balanced-scorecard.ru/taxonomy/term/7.html. (дата обращения: 21.11.2024).

340. Ходусов А.А. Проблемы социальной политики в условиях рыночной экономике // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Юриспруденция. – 2017. – № 4. – С. 100-102.

341. Цели в области качества [Электронный ресурс] // KPMS Менеджмент качества. – Режим доступа: https://www.kpms.ru/

342. Цели в области устойчивого развития [Электронный ресурс] // Официальный сайт ООН. – Режим доступа: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/ (дата обращения:21.09.2020).

343. Цзян, Ц. Современные подходы к качеству управления организацией / Ц. Цзян, Н.В. Злобина // Социально-экономические явления и процессы. – 2016. - №11. – С. 99-104.

344. Цифровой двойник: анализ, тренды, мировой опыт: корпоративное издание / А.Н. Прохоров, М.Н. Лысачев // – Москва: АльянсПринт, 2020 – 404 с.

345. Чайка, И.И. Стратегия качества и развития организации – производная от ее амбиций и внешних условий / И.И. Чайка // Стандарты и качество. – 2002. - № 10/02. – С.85-87.

346. Черненькая, Л. В. Метод моделирования уменьшенного множества рассматриваемых вершин графа при поиске минимального ребра и вводимом ограничении на максимальное расстояние / А. М. Астахов, Л. В. Черненькая // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. – 2025. – Т. 12, № 4. – С. 22-27. – DOI 10.24892/RIJIE/20250404. – EDN ZMHKNP.

347. Черненькая, Л. В. Оценка чувствительности задач смешанно-целочисленной оптимизации на примере сложных систем / Г. Т. Пипия, Л. В. Черненькая, С. В. Хлопин // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2025. – № 11. – С. 52-58. – DOI 10.25791/pribor.11.2025.1632. – EDN BAZPIN.

348. Черных, Ю.В. Стандартизация – нормативная основа устойчивого развития предприятия / Ю.В. Черных // Компетентность. – 2017. – №3 – С.20-25.

349. Черных, Ю.В. Устойчивое развитие предприятий с использованием стандартов. Национальные концепции качества: повышение качества жизни: сборник материалов международной научно-практической конференции / под редакцией д.э.н., проф. Е.А. Горбашко. – СПб.: Изд-во «Культ-информ-пресс», 2016. – с. 187-190.

350. Четыркина, Н. Ю. Перспективы и качественные аспекты развития сферы услуг в условиях трансформации экономики / Н. Ю. Четыркина, А. Д. Колбина // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. – 2024. – № 4(79). – С. 58-67. – DOI 10.52897/2411-4588-2024-4-58-67. – EDN QRKZJV.

351. Шабаев, А.В. Основы стратегического анализа менеджмента качества / А.В. Шабаев // Вопросы современной науки и практики. – 2011. -№ 1(32). – С. 77.

352. Швец, В.Е. Устойчивое развитие и менеджмент качества / В.Е. Швец // Стандарты и качество. – 2005. – № 11. – С. 38-43.

353. Шифрин, М.Б. Стратегический менеджмент. Краткий курс / М.Б. Шифрин. - СПБ.: Питер, 2007. – 240 с.

354. Штарбекер, А. С. стратегическое управление качеством продукции / А. С. Штарбекер // Управление современной организацией: опыт, проблемы и перспективы. – 2021. – № 13. – С. 39-43. – EDN NMXFCA.

355. Шубенков, Д.Ю. К вопросу формирования стратегии экономического развития России / Д.Ю. Шубенков // Вестник Томского государственного университета. – 2012. - № 4(20). – С. 73-81.

356. Шушакова, В.С. Стратегический риск-менеджмент как эффективный способ управления организацией // European Science. - 2016. -№ 2 (12). - С. 44-45.

357. Эванс, Дж. Управление качеством / Дж. Эванс. – М.: Юнити-Дана, 2007. –337 с.

358. Эконометрика: учебное пособие / Ю. Е. Кувайскова. –Ульяновск: УлГТУ, 2017. – 166 с. ISBN 978-5-9795-1722-3

359. Юрин, А.М. Экспертные системы / А.М. Юрин - Казань: Казан. ун-т, 2015. – 19 с.

360. Якутин, Ю. В. Российская экономика: стратегия цифровой трансформации (к конструктивной критике правительственной программы "Цифровая экономика Российской Федерации") / Ю. В. Якутин // Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2017. – № 4. – С. 27-52. – EDN YLVWFH.

361. Birkeland, J. Design blindness in sustainable development: from closed to open systems design thinking. Journal of Urban Design - 17 (2) - P.163 - 187.

362. Burylov, V., Leonova, T., Vinogradov, L. & Mozaleva, N. Modeling Of Regions Sustainable Development Based On Digital Technologies // Economic and Social Trends for Sustainability of Modern Society, ICEST-II 2021, vol 116. European Proceedings of Social and Behavioural Sciences European Publisher, 2021, P. 707-716., DOI:10.15405/epsbs.2021.09.02.79

363. Burylov, V., Pasholikov, M., Vinogradov, L., Leonova, T., Mamedov, E. The Use of Neural Networks for Optimization of the Quality of Business Activity in the Digital Environment // Innovations in Digital Economy. SPBPU IDE 2021. Communications in Computer and Information Science, vol 1619, Springer, Cham, - 2022, P. 188-198., DOI:10.1007/978-3-031-14985-6_13

364. Clance K, Graves A Unsupervised learning [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://deepmind.com/blog/article/unsupervised-learning (Дата обращения: 03.04.24)

365. Collins, A. The risks that just won't die [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.weforum.org/agenda/2017/02/global-risks-report-2017/ (Дата обращения: 25.03.2025)

366. Crossbea, F.B. Quality is Free / F.B. Crossbea. – N.Y.: McGraw-Hill, 1979. – 309 p.

367. Cyrus Hosseini, M.Affan Badar, Christopher Cluse. Overview of machine learning methods applicable to quality issues // A study by Indiana State University. 2021 – 107 p.

368. Drucker, F. Peter. The Practice of Management / F. Peter Drucker; 2th edition. - Butterworth-Heinemann Ltd., 2007. – 368 p.

369. Drzik, J. Weaponized AI, digital espionage and other technology risks for 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.weforum.org/agenda/2017/01/technology-risks-amplified-by-global-tensions/ (дата обращения: 25.03.2025)

370. Freeman, R.E., Harrison, J.S. and Zyglidopoulos, S. (2018). Stakeholder theory. Concepts and strategies. Cambridge university press. 37. Friedman, M. (1999). Consumer boycotts: Effecting..

371. Giger, P. COVID-19 could distract the world from even greater threats [Электронный ресурс] / P. Giger // World Economic Forum articles. Режим доступа: https://www.weforum.org/agenda/2020/10/covid-19-distract-world-greater-threats/ (дата обращения: 25.03.2025)

372. Godfrey, A.B. Juran's Quality Handbook the Complete Guide to Performance Excellence / A.B. Godfrey, M. Joseph Juran; 6th edition. -McGraw-Hill Professional, 2007. – 1136 p.

373. Gray, A. What new technologies carry the biggest risks? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.weforum.org/agenda/2017/01/what-emerging-technologies-have-the-biggest-negative-consequences/ (дата обращения: 25.03.2025)

374. Juran, J.M. Quality Control Handbook / J.M. Juran. – N.Y.: McGraw-Hill, 1951. – 1774 p.

375. Kingma D, Rezendey D, Mohamedy S and Welling M Semi-Supervised Learning with Deep Generative Models [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://papers.nips.cc/paper/5352-semi-supervised-learning-with-deep-generative-models.pdf (дата обращения: 03.04.24)

376. Le Boeuf, M. The Greatest Managment Principle in the World / M. Le Boeuf. - New York: G.P. Putman's Sons, 1985. – 143 p.

377. Masser, W.J. The Quality Manager and Quality Costs Industrial / W.J. Masser // Quality Control. – 1957. – October. – P. 5-8.

378. Prahalad, C.K. and Hamel, G. The core competence of the corporation, Harvard Business Review 1990, v. 68, no. 3 pp. 79–91.; Prahalad, C.K., and G. Hamel.

Strategy as Field of Study: Why Search for a New Paradigm? // Strategic Management Journal, 1994 – 15 p.

379. Report of World bank: Worldwide Governance Indicators [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://info.worldbank.org/governance/wgi/#reports (дата обращения: 25.03.2025)

380. Reyes, S. Four key areas for global risks in 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.weforum.org/agenda/2017/01/global-risks-in-2017/ (дата обращения: 25.03.2025)

381. Rogerson, J.H. The Economic Aspects / J.H. Rogerson. – London: Quality Assurance in Process Plant Manufacture,1988. – 159 p.

382. Schotmiller, J.C. RV Consulting Inc. Training Course "Tools for Monitoring and Measuring the Effectiveness of Quality Management Systems" [Electronic resource] / J.C. Schotmiller. – 2000.

383. Schwab, K. We need a new narrative for globalization // сайт World Economic Forum. – 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.weforum.org/agenda/2017/03/klaus-schwab-new-narrative-for-globalization/ (Дата обращения: 25.03.2025)

384. Shewhart, W.A. Economic Control of Manufactured Product / W.A. Shewhart. – N.Y.: Asq Press, 1931. – 501 p.

385. SSI index calculation [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://ssi.wi.th-koeln.de/documents/item-berechnungen.pdf (Дата обращения: 25.03.2025)

386. SSI index calculation [Электронный ресурс] // Режим доступа: https:// ssi.wi.th-koeln.de/documents/edition-2024/2020-scores.pdf (Дата обращения: 25.03.2025)

387. SSI index calculation [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://ssi.wi.th-koeln.de/barcharts.php (Дата обращения: 25.01.2022)

388. Sustainable development goals [Электронный ресурс] // The United Nations. – Режим доступа: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ (дата обращения: 24.04.2021).

389. Tapscott D. The digital economy / D. Tapscott - Text: electronic// - 1994. - URL: https://dontapscott.com/books/the-digital-economy/ (дата обращения 08.11.2020).

390. Taylor, F.W. Shop Management / F.W. Taylor. – N.Y.: Harper and Row, 1919. – 207 p.

391. Teece, David J. Explicating Dynamic Capabilities: The Nature and Microfoundations of (Sustainable) Enterprise Performance // Strategic Management Journal (John Wiley & Sons), August 2007, 28 (13). P. 1319–1350.

392. The Global Risks Report 2020 // World economic forum. Режим доступа: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risk_Report_2020.pdf (дата обращения: 25.01.2022)

393. The Global Risks Report 2025 // World economic forum. Режим доступа: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risk_Report_2025.pdf (дата обращения: 21.11.2025)

394. Vasilyev, V. V. The state of the polymer industry in 2025 due to import substitution / A. I. Frolova, V. V. Vasilyev // , 24–25 апреля 2025 года, 2025. – P. 76-79. – EDN OQYHSB.

395. Worldwide Governance Indicators [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://datacatalog.worldbank.org/dataset/worldwide-governance-indicators (дата обращения: 01.04.2024)

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Индексы устойчивого развития общества

Таблица А.1 – Базовые данные показателей [385]

№	Показатель	Формула	Базовые данные (X)
1	Достаточное питание	F(X) = (100 - X) / 10 если 2,5≤X≤100 F(X) = 10 если X<2,5	% недоедающих людей
2	Достаточное количество питьевой воды	F(X)=X/10 Диапазон значений: 0≤X≤100	Доля населения, пользующегося хотя бы основными услугами питьевой воды (%)
3	Безопасная санитария	F(X)=X/10 Диапазон значений: 0≤X≤100	Доля населения, пользующегося хотя бы основными санитарными услугами (%)
4	Образование	F(X)=X/10 если 0≤X≤100 F(X) = 10 если X>100	Совокупный валовой коэффициент охвата начальным и высшим образованием, оба пола (%)
5	Здоровая жизнь	F(X)=((X-20)/60)*10 Диапазон значений: 20≤X≤80	Ожидаемая продолжительность жизни при рождении в количестве лет здоровой жизни
6	Гендерное равенство	F(X)=X*10 Диапазон значений: 0≤X≤1	Индекс гендерного разрыва
7	Распределение доходов	F(X)=EXP(-0.1*(X-4.5))*10 если 4.5≤X	Отношение доли дохода, принадлежащей 10% с самым низким доходом, к доле дохода, принадлежащей 10% с самым высоким
8	Прирост населения	F(X)=-0,0067*X^2-0,4333*X+8 если -5<X<15 F(X)=1 если X≥15 F(X)=10 если X<-5	Среднегодовое изменение численности населения за 5 лет, всего
9	Благое управление	F(X)=((X+15)/30)*10 Диапазон значений: -15≤X≤+15	Сумма значений шести мировых индикаторов управления

Продолжение таблицы А.1

10	Биоразнообразие	F(X)=(F(X1)+F(X2))/2 Площадь лесов: F(X1)=0,15*X1*10+5,5 если -3<X1<3 F(X1)=10 если X1≥3 F(X1)=1 если X1<-3 Охраняемые территории: F(X2)=X2/20*10 если X2<20 F(X2)=10 если X2≥20	Площадь лесов (% от площади земли) Наземные охраняемые территории (% от общей площади суши)
11	Возобновляемые водные ресурсы	F(X)=(100-X)/10 если X≤90 F(X)=1 если X>90	Общий забор пресной воды
12	Потребление	F(X)=10-3*X*2/1.8 если X≤2,7 F(X)=1 если X>2,7	Экологический след (гга на человека)
13	Потребление энергии	F(X)=-2*X+10 если X≤5 F(X)=1 если X>5	Использование первичной энергии
14	Экономия энергии	F(X)=0.25*X+5 если -20≤X≤20 F(X)=1 если X<-20 F(X)=10 если X>20	Изменение в использовании первичной энергии в %
15	Парниковые газы	F(X)=10-X если 0≤X≤9 F(X)=1 если X>9	Общие выбросы CO_2 - сгорание топлива (млн т CO_2)
16	Возобновляемые источники энергии	F(X)=X/10 если 0≤X≤100 F(X)=10 если X>100	Потребление возобновляемой энергии (% от общего конечного потребления энергии)
17	Органическое земледелие	F(X)=9*(1-EXP(-0.25*X)) +1	Доля органических земель в общей площади сельскохозяйственных угодий (%)

Окончание таблицы А.1

18	Подлинная экономия средств	F(X)=10*ARCTG(0.2*X)/π +5	Скорректированная чистая экономия, включая ущерб от выбросов твердых частиц (% ВНД)
19	Валовой Внутренний Продукт	F(X)=10*(1.01-EXP(-0.000065*X)) если 0≤X≤70000 F(X)=10 если X>70000	ВВП на душу населения, ППС (в текущих международных долларах)
20	Занятость	F(X)=EXP(-0.1*X)*10 если 0≤X≤60 F(X)=1 если X>60	Безработица, всего (% от общей численности рабочей силы) (смоделированная оценка МОТ)
21	Государственный долг	F(X)=-3.8*ARCTG(0.06*X-3.5)+5 если 2.5≤X<117 F(X)=1 если X≥117 F(X)=10 если X<2.5	Обязательства или долг сектора государственного управления + займы или чистое кредитование

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Глобальные риски

Таблица Б.1 – Топ-5 глобальных рисков [395]

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Рейтинг глобальных рисков с точки зрения вероятности возникновения									
1	Существенное неравенство доходов	Существенное неравенство доходов	Неравенство доходов	Межгосударственные конфликты с региональными последствиями	Крупномасштабная непроизвольная миграция	Экстремальные погодные явления	Экстремальные погодные явления	Экстремальные погодные явления	Экстремальные погодные явления
2	Хронические фискальные диспропорции	Хронические фискальные диспропорции	Экстремальные погодные явления [280]	Экстремальные погодные явления	Экстремальные погодные явления	Крупномасштабная непроизвольная миграция	Стихийные бедствия	Провал мер защиты от воздействия и адаптации к изменениям климата	Провал мер защиты от воздействия и адаптации к изменениям климата
3	Рост выбросов парниковых газов	Рост выбросов парниковых газов	Безработица и неполная занятость	Провал управления государством	Провал мер защиты от воздействия и адаптации к изменениям климата	Стихийные бедствия	Кибер-атаки	Стихийные бедствия	Стихийные бедствия
4	Кибер-атаки	Кризис водных ресурсов (водоснабжение)	Изменение климата	Развал или кризис государства	Межгосударственные конфликты с региональными последствиями	Крупномасштабные террористические атаки	Мошенничество/кража данных	Мошенничество/кража данных	Утрата биоразнообразия

Продолжение таблицы Б.1

5	Кризис водных ресурсов (водоснабжение)	Управление процессом «старения населения»	Кибер-атаки	Высокая структурная безработица и неполная занятость	Стихийные бедствия	Мошенничество/кража данных	Провал мер защиты от воздействия и адаптации к изменениям климата	Кибер-атаки	Техногенные экологические катастрофы
Рейтинг глобальных рисков с точки зрения силы воздействия									
1	Крупные системные финансовые провалы	Крупные системные финансовые провалы	Фискальный кризис	Кризис водных ресурсов	Провал мер защиты от воздействия и адаптации к изменениям климата	Оружие массового поражения	Оружие массового поражения	Оружие массового поражения	Провал мер защиты от воздействия и адаптации к изменениям климата
2	Кризис водных ресурсов (водоснабжение)	Кризис водных ресурсов (водоснабжение)	Изменение климата	Быстрое и масштабное распространение вирусных заболеваний	Оружие массового поражения	Экстремальные погодные явления	Экстремальные погодные явления	Провал мер защиты от воздействия и адаптации к изменениям климата	Оружие массового поражения
3	Продовольственный кризис (нехватка продуктов питания)	Хронические фискальные диспропорции	Кризис водных ресурсов	Оружие массового поражения	Кризис водных ресурсов	Кризис водных ресурсов	Стихийные бедствия	Экстремальные погодные явления	Утрата биоразнообразия

Окончание таблицы Б.1

4	Хронические фискальные диспропорции	Распространение оружия массового поражения	Безработица и неполная занятость	Межгосударственные конфликты с региональными последствиями	Крупномасштабная непроизвольная миграция	Стихийные бедствия	Провал мер защиты от воздействия и адаптации к изменениям климата	Кризис водных ресурсов	Экстремальные погодные явления
5	Экстремальная неустойчивость цен на энергоносители и сельскохозяйственную продукцию	Провал мер защиты от воздействия и адаптации к изменениям климата	Разрушение ключевой информационной инфраструктуры	Провал мер защиты от воздействия и адаптации к изменениям климата	Существенный скачок цен на энергоносители	Провал мер защиты от воздействия и адаптации к изменениям климата	Кризис водных ресурсов	Стихийные бедствия	Кризис водных ресурсов

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Качество государственного управления

Таблица В.1 – Рейтинг показателей качества государственного управления ряда ведущих государств за период 2011-2019 г.г.

	2011						2015						2016					
	Право голоса и подотчетность	Политическая стабильность и отсутствие насилия	Эффективность правительства	Качество госрегулирования	Верховенство закона	Контроль коррупции	Право голоса и подотчетность	Политическая стабильность и отсутствие насилия	Эффективность правительства	Качество госрегулирования	Верховенство закона	Контроль коррупции	Право голоса и подотчетность	Политическая стабильность и отсутствие насилия	Эффективность правительства	Качество госрегулирования	Верховенство закона	Контроль коррупции
Китай	5,63	27,96	58,29	44,55	37,91	39,44	4,93	26,19	68,27	44,23	48,56	39,9	6,9	27,14	67,79	44,23	49,04	46,15
Германия	93,43	71,56	91,47	92,89	93,36	91,55	95,57	68,57	93,75	94,23	93,27	93,27	94,58	70,95	94,23	96,15	93,75	91,35
Россия	24,41	17,06	40,28	39,81	15,17	28,17	20,2	13,81	47,12	32,21	15,38	25	15,27	16,67	44,23	37,02	18,75	21,15
США	86,38	64,45	91	91,94	85,78	91,08	84,24	67,14	89,9	85,58	89,9	90,38	84,24	58,57	91,35	91,83	89,9	92,31

Окончание таблицы В.1

	2017						2018						2019					
	Право голоса и подотчетность	Политическая стабильность и отсутствие насилия	Эффективность правительства	Качество госрегулирования	Верховенство закона	Контроль коррупции	Право голоса и подотчетность	Политическая стабильность и отсутствие насилия	Эффективность правительства	Качество госрегулирования	Верховенство закона	Контроль коррупции	Право голоса и подотчетность	Политическая стабильность и отсутствие насилия	Эффективность правительства	Качество госрегулирования	Верховенство закона	Контроль коррупции
Китай	7,88	36,67	68,27	48,56	44,71	46,63	8,9	36,2	69,7	47,1	48,1	45,7	6,4	38,1	71,6	42,8	45,2	43,3
Германия	95,57	66,67	94,23	95,19	91,35	94,23	95,1	65,7	93,3	95,2	91,3	95,2	95,1	66,7	93,3	96,2	92,3	95,2
Россия	18,72	21,43	50,48	32,69	22,12	17,31	19,2	28,1	51,0	31,3	20,7	20,7	18,2	25,7	58,2	36,1	25,0	21,6
США	82,27	59,05	92,79	92,79	91,83	88,94	81,3	62,4	92,3	92,8	89,9	88,5	78,8	57,6	91,3	88,9	89,9	84,6

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Содержание цифровых технологий

Наименование	Содержание
Большие данные	Большие данные (Big Data) – представляют большие объемы разной степени структурированности данных, а также многообразие горизонтально масштабируемых (Scale-out) программных инструментов и цифровых платформ для эффективной обработки данных. Информация в Больших данных может быть разнообразной по составу, быстро обновляемой и находиться в разных источниках что повышает эффективность организации и ее конкурентоспособность, так как Большие данные обеспечивают максимально практичную работу
Нейротехнологии и искусственный интеллект	Нейротехнологии – набор технологий, созданных по принципу функционирования нервной системы человека для создания нового класса конкурентоспособных технологий, необходимых для развития новых рынков, продуктов, услуг, в том числе нацеленных на увеличение продолжительности и качества жизни. Искусственный интеллект (Artificial Intelligence, AI) – наука и технология создания «устройств с интеллектом», действующих на основе интеллектуальных компьютерных программ. Выделяют два направления развития ИИ: приближение ИИ к человеческим возможностям для выполнения ряда функций вместо него; создание «искусственного разума», способную решать глобальные проблемы, которые для человека сложны или невозможны
Системы распределенного реестра (блокчейн)	Блокчейн (цепочка блоков) представляет собой распределенную базу данных с неподключенными к общему серверу устройств хранения данных. Подобная база данных хранит постоянно растущий список упорядоченных записей, называемых блоками, содержащих метку времени и ссылку на предыдущий блок. В данную технологию заложена информационная безопасность на уровне базы данных, обеспечивающаяся через децентрализованный сервер, проставляющий метки времени и одноранговые сетевые соединения. Такие цепочки блоков делают более эффективной регистрацию событий и любые другие операций с данными, управления идентификацией и подтверждения подлинности источника
Квантовая технология	Квантовая технология – область физики, в которой применяются особенности квантовой механики, прежде всего, квантовая запутанность, при которой квантовые состояния двух или большего числа объектов оказываются взаимозависимыми. Практическая реализация таких технологий включает квантовый компьютер, квантовые криптографию, телепортацию, метрологию, сенсоры, и изображения и другое

Новые производственные технологические устройства	Новые производственные технологии построены на современном технологическом уровне индивидуализированных материальных объектов (продуктов) различной сложности и назначения, стоимость которых сопоставима со стоимостью товаров массового производства. Примеры: смарт-материалы; цифровое проектирование и моделирование; суперкомпьютерный инжиниринг; аддитивные и гибридные технологии
Промышленный Интернет	Промышленный Интернет (Industrial Internet of Things, IIoT) – создание информационных инфраструктур коммуникации, функционирующая за счет подключения к сети Интернет. Такие устройства оборудованы датчиками, сенсорами, исполнительными механизмами, автоматизированной системой управления технологическим процессом, совмещенных на цифровой платформе.
Компоненты робототехники и сенсорные устройства	Робототехника – разработка автоматизированных технологических систем путем использования роботов как программируемых электромеханических устройств, выполняющих ряд действий без помощи человека
Технологии беспроводной связи и сенсорные устройства	Беспроводная связь (беспроводная передача данных) – связь, которая происходит без использования кабеля или других физических носителей. Например, Wi-Fi, Интернет, сотовая телефонная связь. Такие технологии очень быстро развиваются. Сенсорные устройства (чувствительные сенсорные системы) обычно копируют и воспроизводят функциональные группы органов чувств человека: зрение, слух, обоняние, осязание, вкус
Технологии виртуальной и дополненной реальностей	Технология виртуальной реальности, виртуальная реальность (VR) – это искусственная реальность, мир, созданный технологическими средствами, которые передаются человеку через органы чувств, такие как зрение, обоняние, слух, осязание и т.д. Система виртуальной реальности – это устройство, моделирующее взаимодействие с виртуальной средой, воздействуя на все пять органов чувств человека. Дополненная реальность (AR) – это результат введения сенсорных данных в область человеческого восприятия, чтобы дополнить информацию об окружающей среде и улучшить восприятие информации. Применение технологии дополненной реальности: съемка фильмов, ТВ, мобильные технологии, медицина, военная техника, компьютерные игры, 3D-печать и т.д.

Составлено по материалам источника [208].

ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Подходы к определению стратегического менеджмента (управления) качеством в научной литературе

Таблица Д.1 – Обзор понятия стратегического менеджмента (управления) качеством в научной литературе (по материалам диссертации [28])

Горбашко Е.А. [150]	Стратегическое управление качеством относится к формированию и реализации стратегий качества в организации, которые следует понимать, как набор правил и методов для достижения целей в области качества. Стратегическое управление качеством может повысить удовлетворенность клиентов, сократить некоммерческие расходы и повысить ценность компании для инвесторов, позволяя сосредоточить ресурсы на деятельности, необходимой для выполнения планов компании. Стратегическое управление качеством также создает гибкую систему для планирования и выполнения работы, быстрого реагирования на изменения и поддержки межведомственного взаимодействия.
Бонюшко Н.А [54]	Стратегическое управление качеством подчеркивает, что оно должно быть сосредоточено на получении конкурентного преимущества и его эффективном использовании на внутреннем и внешнем рынке. В современных условиях конкуренции стратегическое управление качеством становится приоритетом и может рассматриваться как первичное стратегическое управление институциональным развитием. Кроме того, когда мы говорим о стратегическом управлении качеством, он подчеркивает, что вы должны сосредоточиться в первую очередь на маркетинговых и финансовых вопросах. По мере роста конкуренции и увеличения предпочтений потребителей повышение качества и долгосрочное улучшение качества считается основной операционной стратегией.
Хенш Ш. [339]	В научной статье подчеркивается, что ключом к стратегическому управлению качеством является постоянное согласование всех мер организации для обеспечения соответствия между потребностями потребителей и условиями существования организации. Эти требования, которые применяются к стратегическому менеджменту качества, определяют эффективность измерений. Системы показателей устраняют разрыв между установлением стратегии качества и уровнем деятельности, устанавливают обмен информацией о выбранных стратегиях качества внутри и за пределами организации и контролируют процесс выполнения стратегии, чтобы гарантировать своевременное формирование программ коррекции. Система показателей, поддерживающих выполнение контроля качества, должна обеспечивать обширное понимание стратегии качества на всех уровнях компании; коммуникацию между отдельными проектами компании; сообщение о выбранной стратегии качества за пределами компании.

Продолжение таблицы Д.1

Рязанцев А.Б. и Щукин О.С. [298;299]	На текущем этапе основной частью стратегического управления качеством является концепция TQM, одна из наиболее эффективных путей в решении проблемы достижения долгосрочного конкурентного преимущества. В то же время не следует исключать, что текущая концепция TQM трансформируется в другую, более эффективную концепцию. Стратегическое управление качеством может решить следующие проблемы: ограниченный стратегический выбор; отсутствие базовых и практических элементов стратегического процесса; символический характер существующей стратегической модели; формирование адаптивной стратегической модели с практической направленностью.
Гличев А.В. [136]	Стратегическое управление качеством играет достаточно важную роль, чтобы быть частью общего стратегического управления компании. Суть стратегического управления качеством, по мнению авторов, заключается в разработке и реализации стратегии качества организации, основанной на постоянном мониторинге и оценке постоянных изменений в деятельности, чтобы поддерживать способность выживать и эффективно функционировать в опасных ситуациях.
Туманов К.М. [325]	Стратегическое управление качеством характеризуется как важный параметр развития национальных инноваций и рассматривается как основа повышения качества и конкурентоспособности продукции (услуг) отечественных компаний. Анализ формирования и развития систем менеджмента качества отечественных и зарубежных компаний показывает, что необходимо разработать научно обоснованную стратегию выбора такой системы, которая определяется внешними и внутренними условиями компании. Стратегическое управление качеством должно разрабатываться с упором на долгосрочное устойчивое развитие компании и должно быть обосновано в соответствии с состоянием производственного потенциала. В то же время значительное внимание следует уделять определению статуса стратегии качества на этапе жизненного цикла компании.
Никандрова Н.Г. [257]	Важной целью стратегического управления качеством является идентификация возможностей для выживания организации в долгосрочной перспективе в высококонкурентной среде. Организация должна внести необходимые изменения для реализации выбранной стратегии качества. Два основных направления стратегических изменений в организации включают в себя изменения в организационной структуре компании и организационной культуре.
Мартынов О.Ю. [241]	Возможности стратегического управления базируются на стратегическом управлении качеством и на его основе разрабатываются и реализуются стратегические решения с учетом процесса принятия решений и постоянных изменений. При разработке стратегии управления качеством применяются методы экспертной оценки (метод сценария, Делфи, Паттерн) и другие, подходящие для многокритериальной оценки эффективности альтернативных вариантов развития.

Окончание таблицы Д.1

Горелик С.Л. [151]	Общие принципы реализации современного подхода к стратегическому менеджменту качества основаны на широком использовании информационных технологий. Стратегическая модель качества включает в себя набор концепций от тщательно разработанной миссии, от вектора, определяющего направление развития компании, до создания комплексной системы показателей, формирующих правильную «согласованность» стратегии качества и сотрудников. Стратегическое управление качеством устанавливается в соответствии с одним из последних определений, принадлежащих ведущей консалтинговой компании McKinsey, как постоянно воспроизводимая управленческая деятельность, направленная на создание оптимального набора действий в рамках всей компании для создания устойчивого конкурентного преимущества.
Савелова Е.Ф. [301]	Концепция стратегического управления качеством интерпретируется как процесс управления, который определяет миссию и цели развития бизнес-организации с целью создания органической структуры, которая может адекватно и автономно реагировать на изменения требований развития бизнеса в рамках управления качеством.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Таблица со средними значениями для каждого кластера

Таблица Е.1 - Средние значения для каждого кластера

		Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4	Кластер 5	Кластер 6	Кластер 7
ВРП на душу населения, тыс. руб.		1156,6	574,4	1157,7	332,0	525,5	810,7	601,9
Уровень безработицы (15 лет и старше), %		7,0	4,5	5,9	5,8	7,8	2,1	4,4
Среднедушевые денежные доходы населения, руб.		38 209,8	29 912,6	30 675,4	24 518,2	28 951,4	47 185,0	32 419,6
Стоимость основных фондов на д.н., млн.руб.		4,2	2,1	4,0	1,3	1,9	3,5	1,9
Инвестиции в основной капитал на д. н., руб.		306 987,6	123 686,6	298 521,1	63 799,9	120 819,0	132 397,0	112 289,6
Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг на душу населения, тыс. руб.	Добыча полезных ископаемых	1861,8	2148,1	343,6	86,4	649,9	179,4	2295,1
	Обрабатывающие производства	618,2	4548,8	1406,5	1121,8	2486,8	19395,5	10707,4
	Обеспечение электрической энергией и т.д.	168,8	577,5	267,7	187,6	272,2	1675,9	1060,5
	Водоснабжение и водоотведение	25,2	131,1	44,8	41,1	54,1	586,9	268,3
Расходы бюджета на д.н., руб.		198 978,4	76 515,8	114 787,9	60 991,9	66 547,5	114 813,7	74 080,4
Объем инновационной деятельности на затраты, тыс. руб.		1273,7	2125,0	3836,3	7591,5	16357,1	3023,0	4514,5
Коэффициент естественного прироста населения на 1000 человек населения		0,9	-3,8	-3,7	-4,7	0,0	-1,3	-2,6
Смертность населения, число умерших на 100 000 человек населения		965,5	1 213,8	1 207,4	1 281,7	995,7	1 071,8	1 172,9
Коэффициент миграционного прироста на 10000 человек населения		-4,2	19,7	-9,1	-3,8	9,9	85,5	1,9
Численность населения с доходами ниже величины прожиточного минимума, в %		16,2	12,5	14,1	13,3	16,8	6,9	14,8

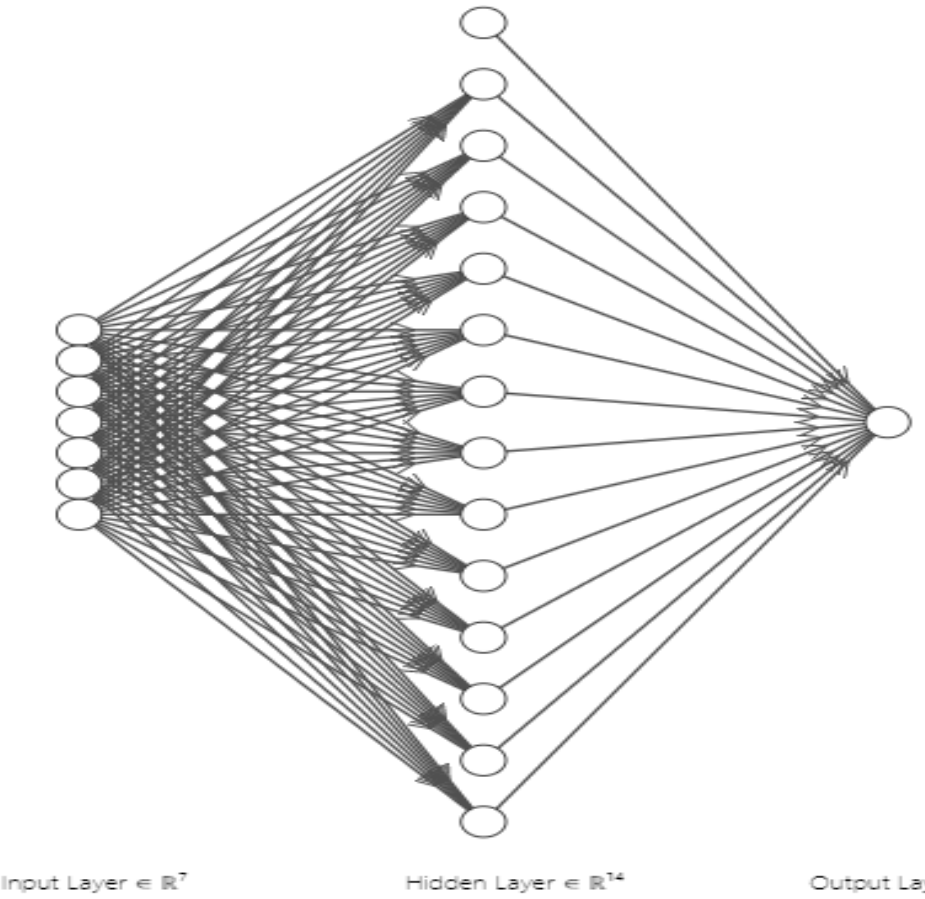
Окончание таблицы Е.1

Удельный вес аварийного жилищного фонда в общей площади всего жилищного фонда	2,3	0,7	1,3	0,6	0,9	0,1	0,7
Заболеваемость на 1000 человек населения	797,2	778,5	872,0	744,2	813,8	845,6	845,3
Число зарегистрированных преступлений на 100000 человек	1 632,3	1 395,1	1 412,0	1 255,5	1 403,3	958,5	1 500,1
Удельный вес фиксированного набора потребительских товаров и услуг в среднедушевых доходах населения	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4	0,5
Выпуск специалистов среднего звена, бакалавров, специалистов, магистров, тыс. чел.	6,7	20,2	7,8	9,8	10,4	58,1	35,3
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников, тыс. т.	111,0	309,8	60,4	47,9	178,6	128,0	719,9
Улавливание загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, тыс. т.	222,7	812,4	1 208,4	1 886,0	372,3	1 346,5	1 216,1
Использование свежей воды, млн. м3	293,1	1 005,5	219,8	529,9	422,6	1 243,0	944,9
Объем оборотной и последовательно используемой воды, млн. м3	453,9	2 538,0	1 508,2	903,7	1 312,9	1 532,5	5 128,0
Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, млн. м3	59,1	177,7	72,2	50,8	119,1	922,5	308,6

ПРИЛОЖЕНИЕ И. Программный код определения собственного числа тензора качества

```python
import numpy as np
from openpyxl import load_workbook

# Считываем таблицу из файла
def readData():
    wb = load_workbook(filename="Vodokanal_2019-2021 (0).xlsx", data_only=True, read_only = True)
    ws = wb.active
    table = [row for row in ws.iter_rows(min_row=2, max_col=5, max_row=ws.max_row, min_col=2, values_only=True)]
    return table

def main():
    table = readData()

    # Самое большое собственное число
    eigenValue = 0
    # Веткор-столбец, который соответсвует самому большому собственному числу
    resultVector = []
    # Номер эксперимента, в результате которого мы получили значения eigenValue и eigenVector
    experimentNumber = 0

    for experimentRowValues in table:
        # Диагональная квадртная матрица
        matrix = np.diagflat(experimentRowValues)
        # w - массив собственных чисел
        w = np.linalg.eigvals(np.array(matrix))
        # Самое большое собственное число в массиве
        maxEigen = w.max()
        # Если maxW больше текущего самого большого собственного числа, то заменяем его
        if maxEigen > eigenValue:
            eigenValue = maxEigen
            resultVector = np.array(experimentRowValues)
            experimentNumber = table.index(experimentRowValues) + 1

    # Выводим результат
    print("Максимальное собственное значение: ", eigenValue, "\nВектор-столбец: ", resultVector)
    print("Опыт №", experimentNumber)

if __name__ == "__main__":
    main()
```

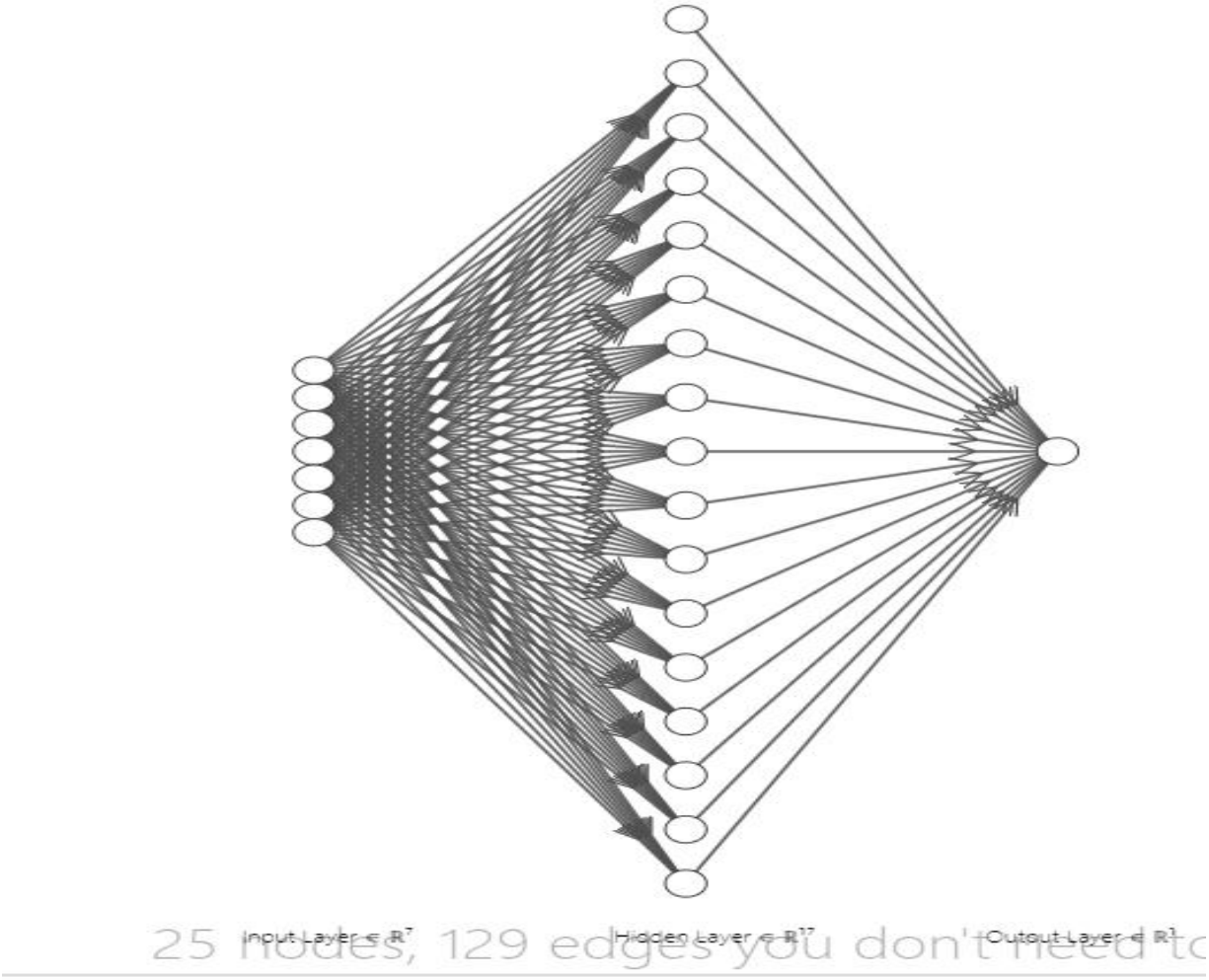
ПРИЛОЖЕНИЕ К. Построение мультилинейной регрессионной нейронной сети



N	Архитектура	Производительность обуч.	Контр. производительность.	Тест. производительность.	Ошибка обучения
5	MLP 7-14-1	0.786763	0.909004	0.695171	0.210502

Контрольная ошибка	Тестовая ошибка	Алгоритм обучения	Функция ошибки	Ф-я актив. скрытых нейр.	Ф-я актив. выходных нейр.
0,073254	0,186393	BFGS 29	Сум. квадр.	Гиперболическая	Экспонента

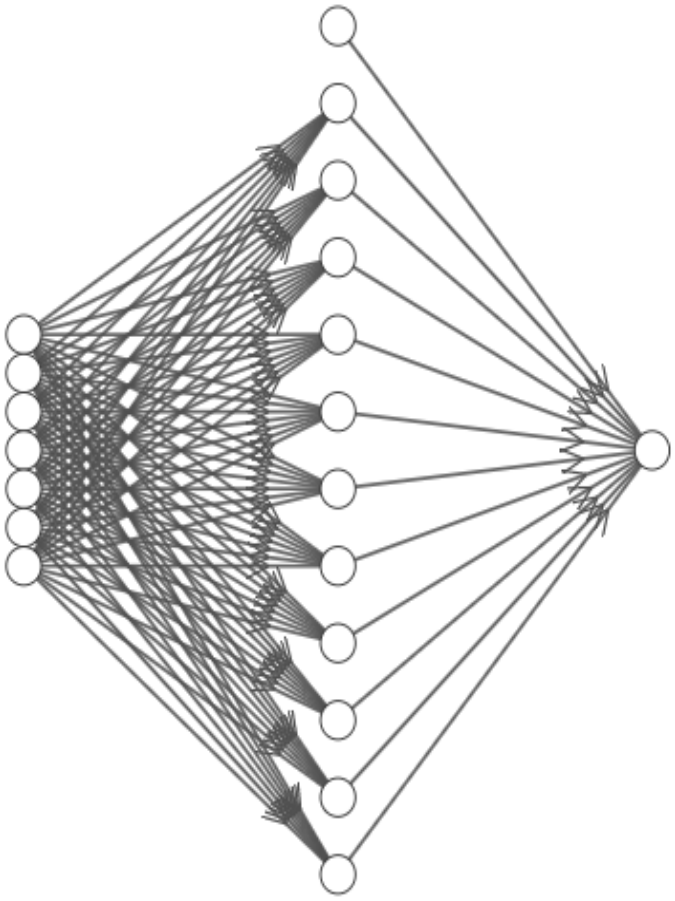
Рисунок К.1 – Выбранная мультилинейная регрессионная нейронная сеть первой линии



N	Архитектура	Производительность обуч.	Контр. производительность.	Тест. производительность.	Ошибка обучения
3	MLP 7-17-1	0,675561	0,827884	0,827898	0,218057

Контрольная ошибка	Тестовая ошибка	Алгоритм обучения	Функция ошибки	Ф-я актив. скрытых нейр.	Ф-я актив. выходных нейр.
0,063835	0,353094	BFGS 9	Сум. квадр.	Логистическая	Логистическая

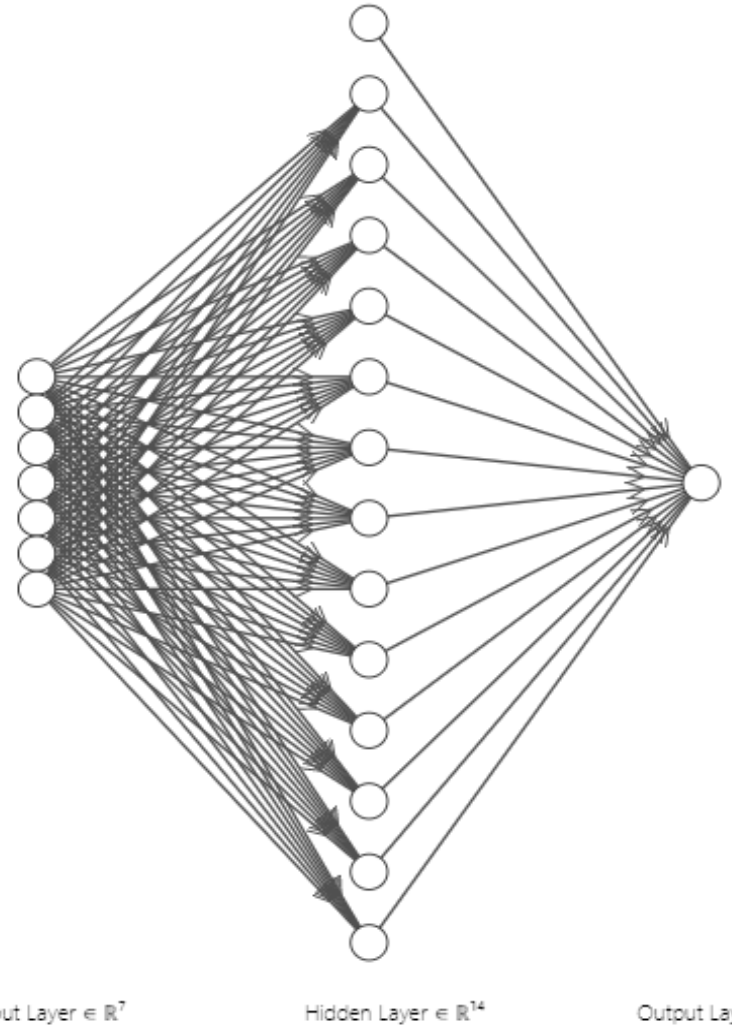
Рисунок К.2 – Выбранная мультилинейная регрессионная нейронная сеть второй линии



N	Архитектура	Производительность обуч.	Контр. производительность.	Тест. производительность.	Ошибка обучения
1	MLP 7-12-1	0,731297	0,909688	0,795419	0,254147

Контрольная ошибка	Тестовая ошибка	Алгоритм обучения	Функция ошибки	Ф-я актив. скрытых нейр.	Ф-я актив. выходных нейр.
0,108726	0,244552	BFGS 15	Сум. квадр.	Гиперболическая	Тождественная

Рисунок К.3 – Выбранная мультилинейная регрессионная нейронная сеть третьей линии



N	Архитектура	Производительность обуч.	Контр. производительность.	Тест. производительность.	Ошибка обучения
4	MLP 7-14-1	0,711742	0,859966	0,822383	0,303928

Контрольная ошибка	Тестовая ошибка	Алгоритм обучения	Функция ошибки	Ф-я актив. скрытых нейр.	Ф-я актив. выходных нейр.
0,114689	0,122035	BFGS 6	Сум. квадр.	Гиперболическая	Экспонента

Рисунок К.4 – Выбранная мультилинейная регрессионная нейронная сеть четвертой линии