

На правах рукописи



АЮПОВА ЛЯЙСАН ШАМИЛЕВНА

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ И МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ
СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА
РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ОКИСИ ЭТИЛЕНА**

2.5.22. Управление качеством продукции.
Стандартизация. Организация производства

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Казань – 2024

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Научный руководитель: доктор экономических наук, доцент
Шинкевич Марина Владимировна

Официальные оппоненты: **Скобелев Дмитрий Олегович**
доктор экономических наук, федеральное государственное автономное учреждение «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики», директор;

Харитонов Дмитрий Викторович
доктор технических наук, доцент, заслуженный изобретатель Российской Федерации, акционерное общество «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А.Г. Ромашина», заместитель директора научно-производственного комплекса по производственной деятельности – начальник цеха 19.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань.

Защита состоится 16 декабря 2024 года в 14.00 на заседании диссертационного совета 24.2.312.08, созданного на базе ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (420015, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68, зал заседаний Ученого совета, А – 330).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» и на сайте <https://www.kstu.ru/servlet/contentblob?id=522283>

Автореферат диссертации разослан «____» _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.312.08,
доктор экономических наук, доцент



Кудрявцева
Светлана
Сергеевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В вопросах управления качеством производственных процессов ключевую роль играет выбор, адаптация и использование инженерных инструментов управления производством, зависящих от специфики деятельности промышленного предприятия. Развитие производства, освоение новых видов промышленной продукции, их разработка и внедрение в производство базируются на многообразии современных стандартов в области качества, поэтому внедрение интегрированных систем менеджмента качества является необходимым инструментом повышения конкурентоспособности, снижения рисков, улучшения управления процессами, удовлетворения потребностей клиентов, привлечения инвестиций, развития корпоративной культуры предприятия. Основанием для этого является цифровая трансформация управления, учитывающая особенности производства. Взаимосвязь между функциями управления качеством продукции, рисками и экологическую безопасностью определяются ГОСТ Р ИСО 9001-2015, ГОСТ Р ИСО 14001-2016, ГОСТ Р 54934-2012/OHSAS 18001:2007, фиксирующие терминологию, обеспечивая комплексный подход к управлению различными аспектами деятельности. Однако не решена проблема оценки качества интеграции этих стандартов на промышленном предприятии.

Внедрение высокоразвитых информационных технологий организации и трансформации производства, направленных на автоматизацию систем управления технологическими и производственными процессами, системы поддержки принятия решений, будет способствовать повышению качества деятельности предприятий-производителей товаров и услуг.

Степень разработанности темы исследования. Вопросам исследования интегрированных систем менеджмента, определению их сущности, подходов к формированию и совершенствованию посвящены труды Александрова С. Ю., Андреевой Т. А., Ахметовой И. Г., Лапшина В. С., Майборода В. П., Муравьевой С. В., Пожарицкой И. М., Скобелева Д. О., Смагиной А. Ю., Фрейман В. И., Херсонского Н. С., Яськина А. Н., Nakajima S. и т.д.

Задачи разработки инструментов цифровой модели трансформации интегрированной системы менеджмента находят отражение в исследованиях таких ученых, как: Бабушкин В. М., Бром А. Е., Будник Р. А., Волкова Г. Д., Гришаева С. А., Ильин Д. Ю., Калачева Е. А., Кондратьев С. Е., Кудрявцева С. С., Малышева Т. В., Сидоров А. С., Скобелев Д. О., Davis J., Lim K.Y.H. и др.

С точки зрения оценки эффективности трансформации интеграционных систем менеджмента промышленных предприятий интерес представляют труды Бабичевской М. А., Василевской А. А., Гонюковой Е. В., Гришиной Т. Г., Дли М. И., Иванова Н. А., Мешалкина В. П., Омельченко И. Н., Панфиловой Е. Е., Туровец О. Г., Харитоновна Д. В., Чесноковой С. Ю., Dellano-Paz F., Nasiri M. Ramazani, Khorshid-Doust R., Sovacool B. K. и др. Особое внимание в методике оценки эффективности интегрированных систем менеджмента на промышленных предприятиях отводится самообследованию или внутреннему аудиту. Важность использования внутреннего аудита при оценке интегрированных систем менеджмента подчеркивалась в работах различных исследователей,

таких как Езрахович А., Дзедик В. А., Ковалев М. И., Протасова Л. Г., Зуева О. Н., Гришаева С. А., Бабичевская М. А., Костромин Р. Н. и другие.

Известны научные труды Беляцкого Н. П., Катанаевой М. А., Качапкиной Ю. В., Матасова А. В., Мошева Е. Р., Пиканова К. А., Царика В. Д., Шаныгина С. И., Шинкевича А. И., Saruto A. C., посвященные вопросам разработки моделей организации интегрированных систем менеджмента с учетом новых цифровых технологий.

В научных разработках в данный момент недостаточно присутствует исследование и описание управления процессами по всем стадиям жизненного цикла промышленного изделия, методические решения в области оценки качества сопряжения отдельных элементов интегрированных систем менеджмента на промышленном предприятии; требуют развития вопросы цифровой трансформации интегрированных систем менеджмента. Это ставит во главу угла вопрос разработки и совершенствования технологий анализа и синтеза организационно-технических решений по управлению качеством продукции на предприятии, повышая эффективность функционирования интегрированной системы управления предприятием промышленной отрасли с использованием современных технологий, таких как квантовые вычисления. Недостаточная проработанность указанных вопросов предопределила выбор темы диссертационного исследования, его цель и задачи.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является повышение эффективности интегрированных систем менеджмента промышленного предприятия.

Достижение поставленной цели предполагает формулировку и последовательное решение следующих задач:

- определить отраслевой уровень организации и проектирования интегрированных систем менеджмента;
- предложить подход к моделированию и оценке качества трансформации интегрированных систем менеджмента в цифровой среде;
- разработать инструменты реализации модели цифровой трансформации процесса принятия организационно-технических решений на базе квантовой модели;
- апробация разработанных моделей и методик на примере непрерывного нефтехимического производства.

Объект исследования. Объектом исследования выступает процесс цифровой трансформации и оценки эффективности интегрированной системы менеджмента.

Предмет исследования. Особенности моделирования эффективных интегрированных систем менеджмента.

Соответствие исследования паспорту научной специальности. Область исследования соответствует научной специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства в пунктах: 11. Создание и развитие систем менеджмента, том числе интегрированных (ИСМ) на основе ИСО 9001, ИСО 14001, ИСО 45001 и смежных отраслевых международных и отечественных стандартов; 18. Разработка научных, методологических и системотехнических принципов повышения эффективности функционирования и качества организации производственных систем; 20. Анализ и синтез организационно-технических решений. Стандартизация, унификация и типизация производственных процессов и их элементов.

Научная новизна исследования заключается в разработке модели и инструментария оценки эффективности трансформации интегрированных систем менеджмента промышленного предприятия на базе ресурсов цифровизации.

Содержание научной новизны представлено следующими научными результатами:

1. Разработана квантовая модель цифровой трансформации интегрированной системы менеджмента, отличающаяся выбором в качестве критерия эффективности энтропии производственной системы, позволяющая приоритизировать важность основных параметров информации, оптимизировать технологические процессы, их ресурсообеспечение, цифровизацию (п. 18. паспорта специальности 2.5.22).

2. Сформирована архитектура компьютерной системы поддержки управления изменениями в контексте интегрированной системы менеджмента, отвечающая требованиям концепции устойчивого развития организации производства в виде структурирования информации по тематическим витринам данных и модулям оценки эффективности, предназначенная для повышения качества производства промышленной продукции (п. 11. паспорта специальности 2.5.22).

3. Разработан интегральный показатель эффективности трансформации ИСМ, основанный на предложенной индикативной модели оценки эффективности систем поддержки управления изменениями с целью выявления узких мест и совершенствования организации производства (п. 20. паспорта специальности 2.5.22).

Теоретическая значимость работы. Обобщены исследования и разработки, позволяющие оценить современный уровень развития организации и проектирования интегрированных систем менеджмента в отечественной и зарубежной науке и практике. Применительно к проблематике исследования использован комплекс методов научного познания, обеспечивший получение новых знаний об особенностях трансформации интегрированных систем менеджмента (системный подход, дедуктивный и индуктивный подходы, методы анализа и синтеза, сравнения, формализации и визуализации результатов исследования).

Практическая значимость работы. Научные результаты, представленные в диссертации, имеют существенную значимость в условиях реализации проектов по повышению эффективности интегрированных систем менеджмента промышленных предприятий. По результатам исследования разработаны и внедрены алгоритмы, модели организации интегрированных систем менеджмента промышленного предприятия. Проведен анализ существующих организационно-технических решений в области цифровой интеграции управления реконструкцией производства окиси этилена. Проведена апробация модели управления интеграцией производственных процессов на предприятиях ПАО «СИБУР Холдинг». Материалы, содержащиеся в диссертации, используются в деятельности промышленного предприятия, а также в образовательном процессе.

Методология и методы исследования. Методологическую основу исследования составили современные научные подходы к организации интегрированных систем менеджмента, изучения опыта цифровой трансформации промышленных предприятий, оценке эффективности интегрированных систем менеджмента.

Методической базой исследования послужила совокупность методов на основе системного подхода к изучению вопросов по тематике исследования. С целью выявления

закономерностей и анализа состояния проблем использованы методы причинно-следственных связей, методы формализации; оценка систем и подсистем менеджмента проведен путем интегрального двухуровневого подхода к измерению эффективности интегрированной системы менеджмента.

Информационную базу исследования составили международные и национальные стандарты ГОСТ РФ, распространенные на систему менеджмента качества, экологического менеджмента, менеджмента промышленной безопасности и охраны труда, являющиеся составными элементами интегрированных систем менеджмента; работы теоретического и эмпирического характера, включающие монографии, научные статьи, диссертации отечественных и зарубежных исследователей по анализируемой проблематике; нормативные и законодательные акты профильных министерств и ведомств; сведения, содержащиеся в стратегиях и программах развития нефтегазохимического комплекса; материалы статистической информации официальных органов; корпоративная статистика промышленных предприятий.

Положения, выносимые на защиту:

1. Квантовая модель цифровой трансформации интегрированной системы менеджмента.
2. Архитектура компьютерной системы поддержки управления изменениями в контексте интегрированной системы менеджмента.
3. Индикативная модель оценки эффективности систем поддержки управления изменениями, включая интегральный показатель эффективности трансформации ИСМ.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Достоверность научных результатов подтверждается глубоким анализом научной литературы по определению интегрированных систем менеджмента промышленного предприятия. Результаты построены на известных и проверяемых данных и согласуются с опубликованными экспериментальными данными по теме исследования. Достоверность также подтверждается использованием современных методик сбора и анализа информации о деятельности предприятий, научной апробацией теоретических положений и идей, содержащихся в диссертации, в рамках публикаций в рецензируемых журналах из перечня ВАК, публичных выступлений на научных конференциях различного уровня.

Результаты исследования прошли апробацию на научно-практических международных и всероссийских конференциях: «Тенденции развития логистики и управления цепями поставок», Казань, 2021-2024гг.; «Актуальные тренды цифровой трансформации промышленных предприятий», Казань, 2024г., 2022г., 2021г.; «Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии», Екатеринбург, 2023г.; «Нугаевские чтения», Казань, 2022г. и др.

Автором получены призовые места за научные работы по тематике диссертации в следующих международных и всероссийских конкурсах и олимпиадах: Всероссийский конкурс развития научно-инновационной и инженерно-технической системы России, 2022 год; Всероссийская олимпиада развития нефтегазового и нефтехимического комплекса России, 2022 год; Всероссийский конкурс стратегического и проектного управления «Стратегия развития России», 2021 год; Международный конкурс концептуальных и инновационных идей и проектов «Сотворение справедливого Жизнеустройства на

Планете Земля», 2021 год.

Научные положения и решения, полученные автором, зарегистрированы в виде электронного ресурса «Алгоритм расчета кросс-корреляций индикаторов инновационной деятельности промышленного сектора экономики (свидетельство о регистрации электронного ресурса №24892 от 19.10.2021г. ОФЭРНиО»).

Публикации. По теме исследования опубликованы 14 научных работ общим объемом 4,14 п.л. (с авторским участием 2,96 п.л.), из них 3 статьи в журналах из перечня рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, а также свидетельство о регистрации электронного ресурса.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений; содержит 46 рисунка, 7 таблиц, 2 приложения. Список литературы состоит из 152 наименований. Общий объем работы – 158 страниц, основной текст диссертации – 139 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении аргументирована актуальность исследуемой проблематики, обозначены цели и задачи исследования, раскрыта научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов исследования, отражено содержание основных положений, выносимых на защиту.

В первой главе «Современное состояние интегрированных систем менеджмента качества организации производства» исследованы направления развития теории и практики управления интеграционными процессами, отраслевой уровень организации и проектирования интегрированных организационных структур, опыт цифровой трансформации в промышленности.

В результате исследования предпосылок, целей создания интегрированных оргструктур управления (ИОСУ) (рисунок 1), их разнообразных организационных моделей, выявлено существенное увеличение технической эффективности производственных систем в результате этого процесса.

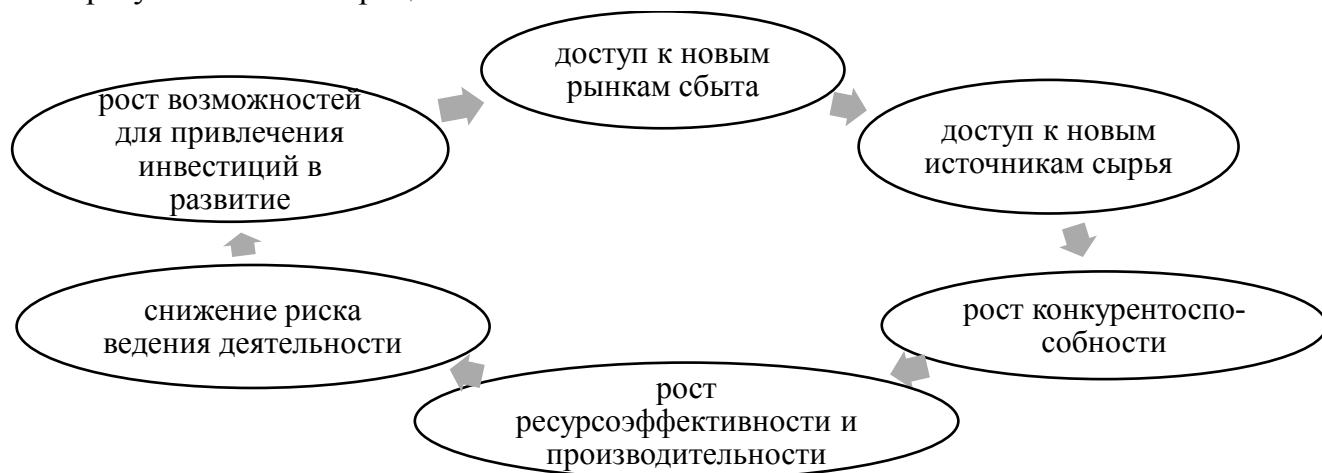


Рисунок 1 – Цели создания ИОСУ (обобщены автором)

Обобщенная трактовка ИОСУ позволяют заключить, что они представляют собой

сложные многоаспектные образования, характеризующиеся объединением производственных активов их участников для повышения конкурентоспособности, роста ресурсосбережения и ресурсообеспеченности, взаимного развития и достижения положительного синергетического эффекта. В диссертации также обобщены отличительные особенности таких структур, учтенные при их последующем моделировании.

В результате исследования опыта цифровой трансформации в промышленности систематизированы направления реализации инструментов автоматизации в производственных системах в разрезе уровней управления предприятием. Обобщен понятийный аппарат цифровой трансформации производственных процессов, описывающий ядро ИТ-ландшафта предприятия, включающее 7 технологий обработки данных («Big data», «Data set», «Data mart», «Data lake», «Data mining», «Data-driven», «Data science») для улучшения уровня организации производства.

Анализ практики хозяйствования показал, что современные производственные предприятия (независимо от отраслевой принадлежности) так или иначе применяют положения Data Science для управления технологическими процессами. Каждая производственная площадка формирует Big data, аккумулирует их (в хранилищах, витринах данных, озере данных), обрабатывает, анализирует, строит рекомендательные модели, выявляет более ресурсоэффективные решения и процедуры, которые реализуются в рамках системы поддержки управления изменениями. Как следствие, формируется прочный технологический фундамент для построения эффективной интегрированной системы организации производственных процессов промышленного предприятия.

Во второй главе «Концепция моделирования интегрированных систем менеджмента промышленных предприятий» исследована система научных представлений о современных моделях организации интегрированных систем менеджмента, изучены и получили развитие концептуальные модели реализации процессного подхода в рамках интегрированных систем менеджмента, освещены подходы к оценке эффективности интегрированных систем менеджмента.

Интегрированная система менеджмента (ИСМ) накладывает определенные требования на систему управления процессами и операциями в производственной системе. Каждый стандарт, включенный в ИСМ, отличается специфичными информационными и материальными потоками. Их циркулирование определено стандартами в области менеджмента качества, менеджмента профессионального здоровья и безопасности, экологического менеджмента (рисунок 2). Современные инструменты цифровизации позволяют оптимизировать процессный подход к организации производства, а в основе данных инструментов лежат информация и информационный объект, а также положения квантовой механики. Положения квантовой (волновой) механики Н.П. Беляцкого и обоснование квантов взаимодействия с позиции менеджмента О.Т. Захарчука послужили основанием для разработки квантовой ИСМ, которая формируется на стыке стандартов ISO 9001 «Системы менеджмента качества», ISO 45001 «Системы менеджмента профессионального здоровья и безопасности», ISO 14001 «Системы экологического менеджмента». Ключевым атрибутом квантовой интегрированной системы менеджмента является информация и ее потоки.

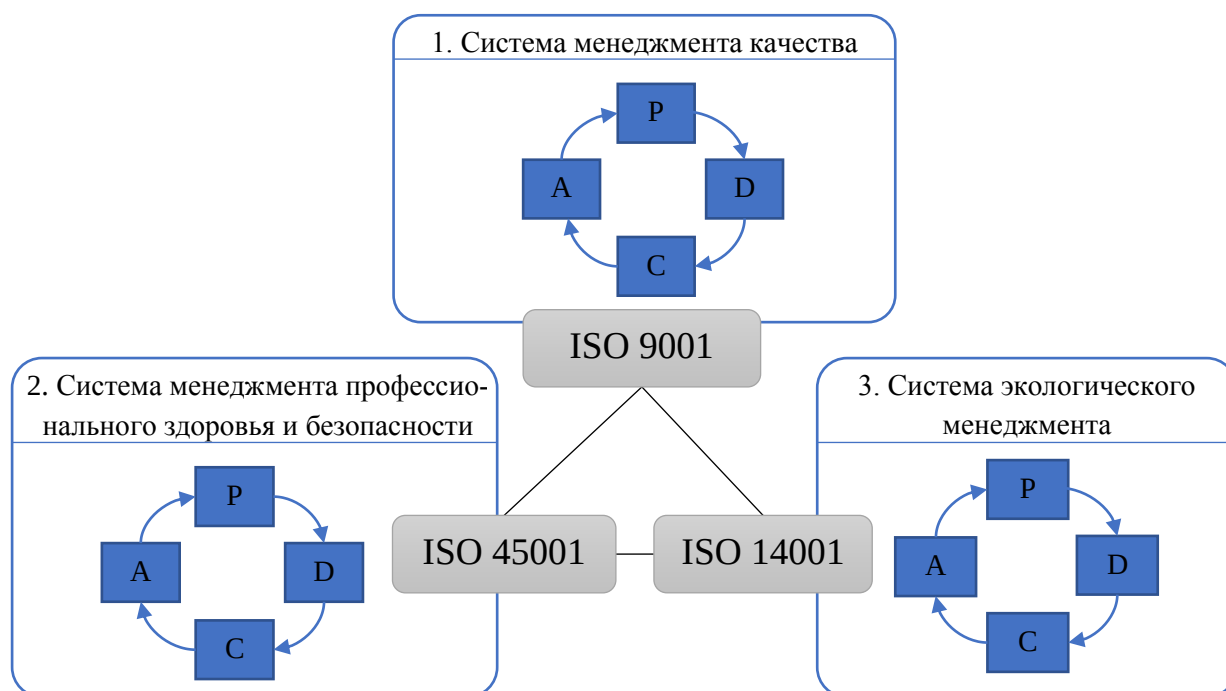


Рисунок 2 – Композиция ИСМ предприятия и ее связь с циклом PDCA (обобщено автором)

Учитывая фундаментальные положения процессного подхода (вид деятельности, преобразующий входы в выходы путем применения ресурсов и инструментов в рамках требований, устанавливаемых блоком управления), предлагается рассматривать квантовую ИСМ как систему, которая представляет собой преобразователь информационных потоков: на входе потоки планов и требований, а на выходе – поток результатов (рисунок 3).



Рисунок 3 – Квантовая модель интегрированной системы менеджмента (построена автором)

Модель носит дискретный характер, обусловленный точками принятия решений: совершенствование (изменения, реинжиниринг процессов), принятие решений, генерация знаний прерывны. Базы данных (1, 2, 3) соответствуют отдельным системам менеджмента. Парные взаимодействия между ними (пунктирные линии) образуют информационный контур интегрированной системы менеджмента и обеспечивают синергию (толстые сплошные стрелки) в части эффективности производственных процессов. Тонкие сплошные стрелки отражают поставку информации от баз данных систем менеджмента к базе данных ИСМ. Потоки данных характеризуются: скоростью поставки информации в точку принятия решений; объемом информации; качеством информации (полнота, достоверность, релевантность); формат (электронный, бумажный). Ресурсы и инструменты рассматриваются не как таковые, а как поток информации о них, включая такие параметры, как план ресурсобеспечения, их количество и качество, подходы к оптимизации производственного процесса (на основе статистического анализа больших данных, SWOT-анализа и др.), к его организации (TQM, бережливое производство и др.). Автоматизированная система измерения, сбора, обработки и вывода данных способствует структурированию информационных потоков и снижению энтропии производственной системы. Энтропия квантовой модели интегрированной системы менеджмента определяется двумя важными факторами: степенью открытости системы (внутренней и внешней кооперации вдоль цепочек создания стоимости); объемом информации, извлекаемой и обрабатываемой в процессе мониторинга производственных операций. Проект по разработке и внедрению ИСМ на промышленном предприятии нуждается в оценке его технико-экономической целесообразности. Речь идет об оценке результата внедрения данного проекта, его результативности и эффективности.

Под результативностью проекта по разработке и внедрению ИСМ на промышленном предприятии понимается уровень достижения поставленных целей проекта, воплощенных в конкретных результатах технико-экономического характера. Можно утверждать, что результативность демонстрирует возможность предприятия реализовывать политику в области качества. Под эффективностью, в свою очередь, понимается способность предприятия покрывать первоначальные затраты на реализацию проекта по разработке и внедрению ИСМ за счет полученных положительных результатов. В то же время, следует учитывать, что результативность и эффективность являются многоаспектными категориями, которые применимы к изделию, технологии, процессу, предприятию в целом и т.п., в то же время они являются многоуровневыми категориями и могут применяться к предприятию в целом, отдельному структурному подразделению, отдельному процессу и т.п.

В общем виде можно выделить совокупность последовательно-идущих этапов оценки результативности и эффективности внедрения ИСМ на промышленном предприятии, что отражено на схеме (рисунок 4).

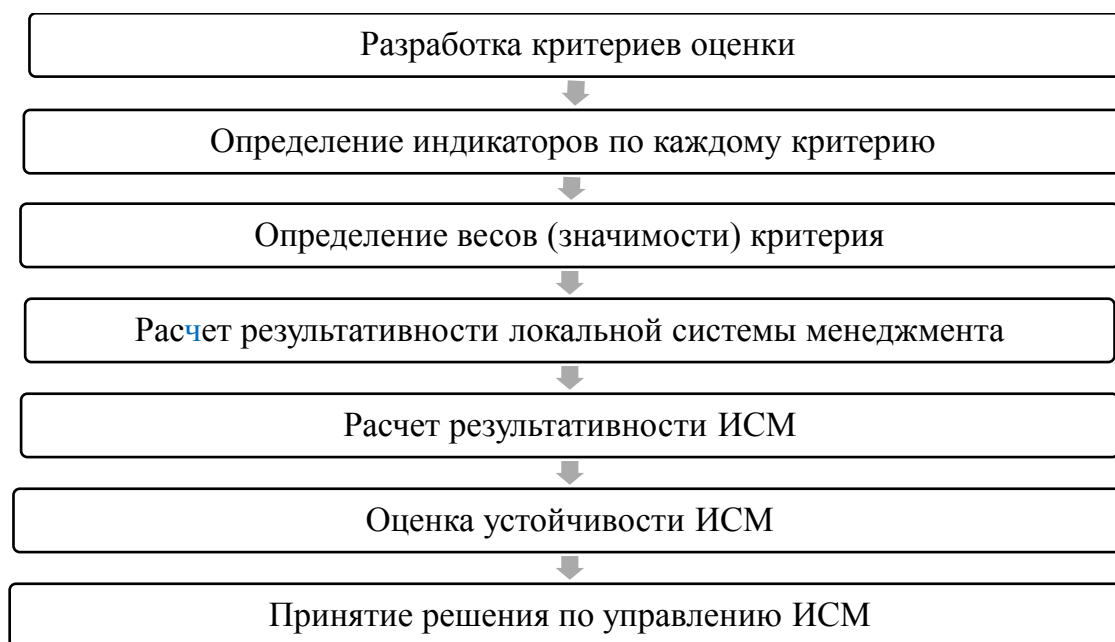


Рисунок 4 – Совокупность этапов оценки результативности и эффективности внедрения ИСМ (сформирована автором)

Расчет результативности и эффективности внедрения ИСМ на промышленном предприятии представляет собой неотделимый элемент системы управления в целом на ее соответствие нормативно-правовым и техническим требованиям международного, национального и отраслевого уровня по различным аспектам и направлениям производственно-хозяйственной деятельности, что является основой для разработки направления совершенствования системы менеджмента, посредством выявления «узких» мест, их устранения и развития системы управления в целом. В дополнение к этому, оценка результативности и эффективности внедрения ИСМ на промышленном предприятии позволяет устанавливать новые горизонты развития, ставить новые стратегические цели по достижению устойчивого развития производства и управления.

В третьей главе «Разработка инструментов цифровой модели трансформации интегрированной системы менеджмента на непрерывных производствах» стандартизированы критерии эффективности систем поддержки управления изменениями, описаны технологии анализа и синтеза организационно-технических решений, обоснована специфика интегрированных процессов в непрерывных производственных системах.

В условиях совершенствования организации производства компьютерный комплекс поддержки управления изменениями требует фиксирования информации, циркулирующей в ИСМ. В связи с этим разработана система поддержки управления изменениями (рисунок 5), которая структурирует и преобразует информационные потоки в целях повышения эффективности интегрированной системы менеджмента предприятия. Скорость управления информационными потоками определяется свойством стандартизации и аддитивности, поскольку стандартизированные критерии и их размерности обеспечивают ускоренную обработку данных об устойчивости и стабильности показателей, а также об изменениях.

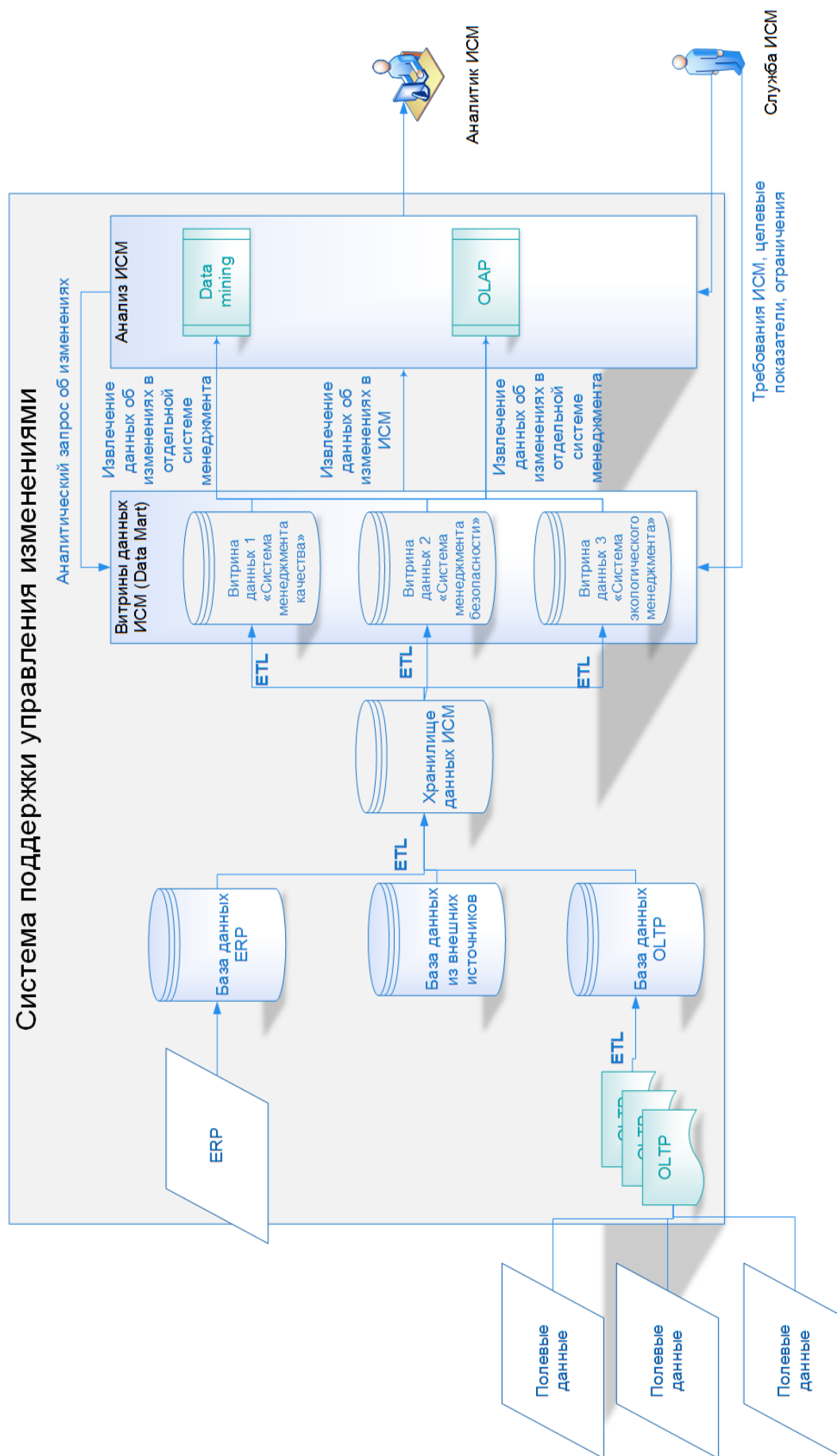


Рисунок 5 – Архитектура системы поддержки управления изменениями в контексте ИСМ
(систематизировано автором)

Критерии и показатели требуют стандартизации и унификации, которые, в свою очередь, определяют эффективность квантовой модели ИСМ и системы поддержки принятия управленческих решений. Опираясь на представленную архитектуру и содержание системы, целесообразно классифицировать критерии эффективности автоматизированной системы в соответствии с блоками:

- 1) эффективность системы OLTP (Э_OLTP);
- 2) эффективность хранилища данных (Э_ХД);
- 3) эффективность процессов ETL (Э_ETL);
- 4) эффективность витрин данных (Э_ВД);
- 5) эффективность анализа данных (Э_АД), в том числе: а) интеллектуального анализа данных; б) OLAP.

На рисунке 6 визуализированы элементы эффективности системы поддержки управления изменениями. Все 5 блоков определяют интегральную эффективность (Э_ИСМ), которая проявляется в качестве и результативности принятого управленческого решения.

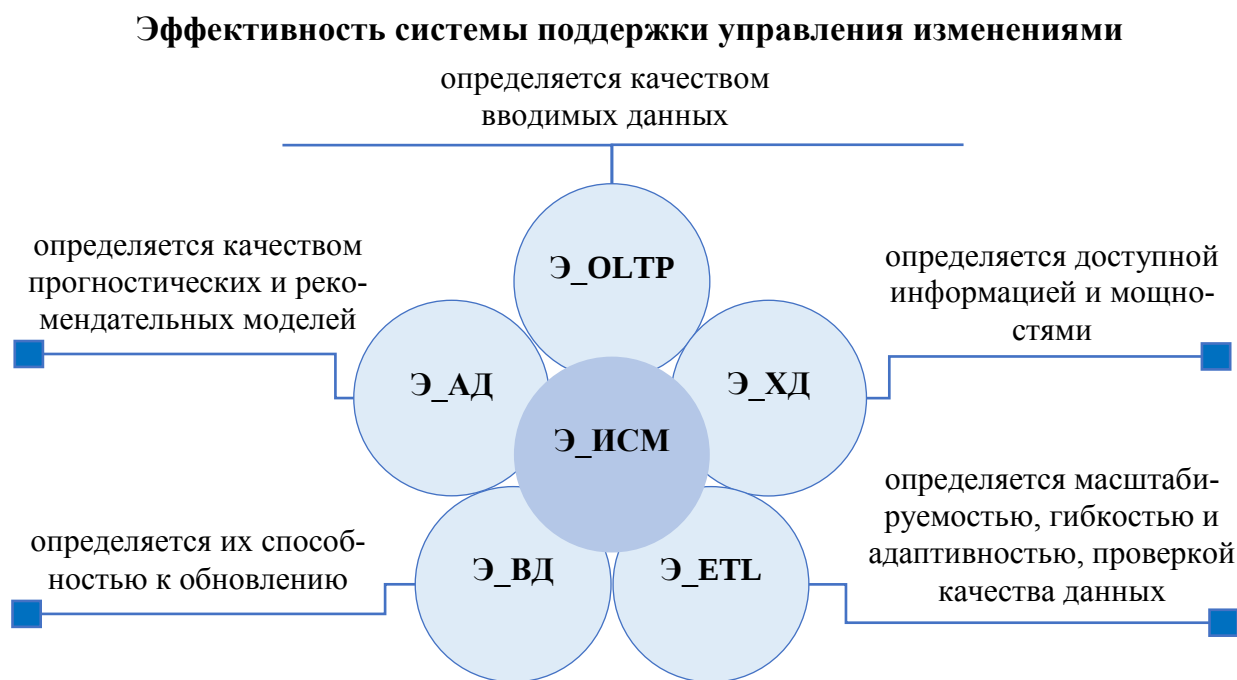


Рисунок 6 – Элементы эффективности системы поддержки управления изменениями (построено автором)

Критерии эффективности систем поддержки управления изменениями предложено классифицировать на 2 категории, характеризующие функционирование:

- 1) ИСМ и ее элементов с точки зрения организации производственных систем: интегральный показатель, коэффициент (Э_ИСМ); коэффициенты травматизма, происшествий; коэффициенты ресурсопотребления, утилизации и обезвреживания отходов;
- 2) автоматизированной системы (АС), заданных алгоритмов исследования данных, Data Mining и качество математических моделей: скорость управления данными; качество управления данными; качество рекомендательных моделей (коэффициент детерминации, р-значимость критериев, адекватность и др.).

Для оценки первого блока критериев, отражающих непрерывное управление изменениями, связанными с достижением целей устойчивого развития и ESG-показателей, предложено опираться на методику средней геометрической. Как следствие, предложен интегральный подход двухуровневый подход к измерению эффективности управления (рисунок 7), в рамках которого предусмотрена оценка подсистем и системы менеджмента.

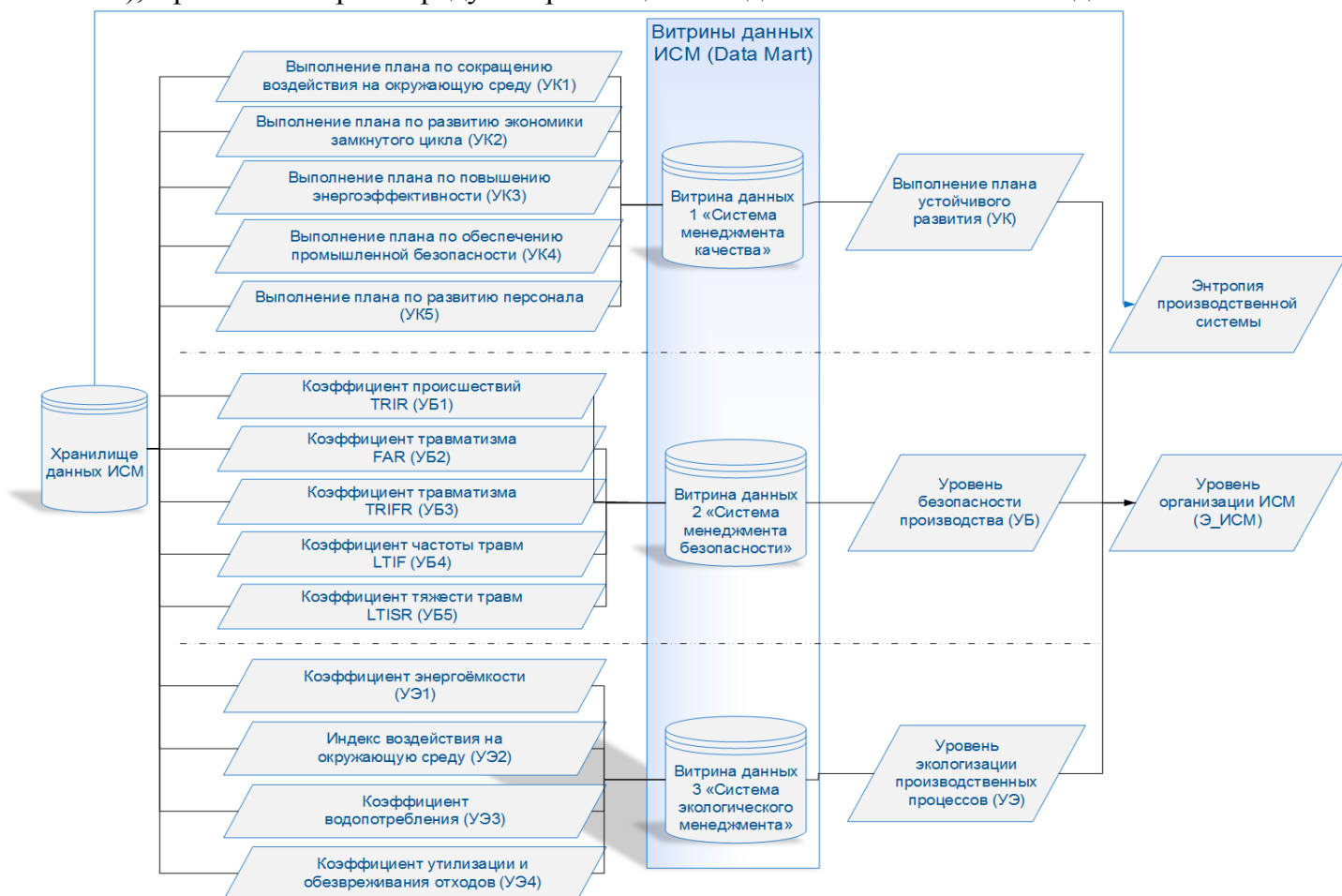


Рисунок 7 – Методика оценки эффективности системы поддержки управления изменениями (разработана автором)

Расчет энтропии производственной системы предлагается осуществлять на основе отношения процессного результата функционирования производственной системы к величине инвестиций в НИОКР (который является инструментом упорядочения потоков, в первую очередь, материальных и информационных).

Порядок расчета прочих показателей основан на принципе вычисления средней геометрической и представлен ниже:

- 1) показатель интегрированной системы менеджмента предприятия:

$$\text{Э_ИСМ} = \sqrt[3]{\text{УК} \times \text{УБ} \times \text{УЭ}}, \quad (1)$$

- 2) выполнение плана устойчивого развития предприятия:

$$\text{УК} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \text{УК}_i}, \quad (2)$$

где УК_i – частные показатели выполнения плана устойчивого развития как результат реализации системы менеджмента качества;

- 3) уровень безопасности производства:

$$\text{УБ} = \sqrt[5]{\prod_{i=1}^5 \text{УБ}_i}, \quad (3)$$

где $УБ_i$ – частные показатели обеспечения безопасности производства;

4) уровень экологизации производственных процессов:

$$УЭ = \sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 УЭ_i}, \quad (4)$$

где $УЭ_i$ – частные показатели обеспечения экологичных производственных процессов.

При этом используется правило прямого учета для показателей позитивного характера ($УБ_i$), и обратного учета – для показателей негативного характера ($1/УБ_i$). В контексте предложенного подхода к числу первых относятся показатели $УК_1$ и $УЭ_4$, ко вторым – $УБ_i$, $УЭ_1$, $УЭ_2$, $УЭ_3$.

Второй блок критериев объединяет качество математических и прогностических моделей, к числу таких методов обработки данных относятся регрессионный анализ, деревья решений, кластерный анализ, генетические алгоритмы, автоматизированные нейронные сети.

При достаточном накоплении наблюдений перечисленные подходы обеспечат получение наиболее объективных результатов. Качественные модели зависимости результирующего показателя производственной системы от планируемых и непредумышленных изменений способны повысить эффективность системы поддержки.

В диссертации сформулированы важнейшие задачи для выработки организационно-технических решений на основе корпоративных информационных систем управления в условиях развития информационно-коммуникационных технологий: спроектировать и развить новые телекоммуникационные системы по управлению производством; обеспечить непрерывный мониторинг всех процессов предприятия; сократить физический риск, повысить условия труда работников на производстве; обеспечить централизацию управления производственных подразделений в едином информационном центре.

Задача оптимизации производства значительно усложняется на предприятиях, которые имеют непрерывное производство в силу его особенностей, связанных с единством технологического процесса, постоянством работы оборудования, синхронизацией режимов работы агрегатов, большими объемами переработки поступающего сырья и т. п. В связи с этим в диссертации выделены специфические особенности интегрированных процессов в непрерывных производственных системах, учет которых возможен в рамках предложенной методики оценки эффективности ИСМ и реализован в процессе апробации модели на базе группы компаний «Сибур».

В четвертой главе «Апробация инструментов цифровой трансформации интегрированной системы менеджмента проекта реконструкции производства окиси этилена ПАО «Нижекамскнефтехим» обобщены существующие организационно-технические решения в области цифровой интеграции на участке, апробирована модель управления интеграцией производственных процессов, осуществлена оценка эффекта внедрения организационно-технических мероприятий.

Принимаемые организационно-технические решения в группе компаний «Сибур» характеризуются всесторонней комплексной проработкой проектов по их реализации, включая такие направления, как анализ стратегических предпосылок реализации организационно-технического решения, риски реализации организационно-технического решения, оценка технических возможностей реализации организационно-технического решения, сравнительная оценка технологии производства, оценка эффективности раз-

личный вариант организационно-технического решения, оценка экологической составляющей реализации организационно-технического решения, изучение возможности апробации результатов организационно-технического решения, что позволяет заключить о системности и всестороннем охвате сфер их реализации. Кроме того, все принимаемые организационно-технические решения реализуются с использованием цифровых инструментов, включая продвинутую аналитику, цифровизацию процессов и технологии Индустрии 4.0.

Управление интеграцией производственных процессов – это комплекс мер по объединению процессов и операций в единую технологическую цепочку в целях системной организации потоков (материального, информационного, финансового характера), возможной на основе автоматизации и цифровизации. С позиции квантовой модели интеграция производственных процессов реализована снизу вверх как поток информации: сбор полевых данных, мониторинг изменений с помощью контроллеров, диспетчерское управление и сбор данных, диспетчеризация производства и управление производственными процессами, планирование ресурсов. Инструментами интеграции в таком случае являются: контрольно-измерительные приборы и автоматика, контроллеры, автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП), система управления производственными процессами MES и система управления инженерными системами зданий BMS, система планирования ресурсов ERP. Далее детализированы объекты управления по уровням интеграции производственных процессов в разрезе блоков интегрированной системы менеджмента (таблица 1).

Таблица 1 – Специфика данных ИСМ в контексте управления интеграцией производственных процессов (составлено автором)

Уровни автоматизированного управления производственным предприятием	Витрина данных «Система менеджмента качества»	Витрина данных «Система менеджмента безопасности»	Витрина данных «Система экологического менеджмента»
ERP	качество планирования ресурсов	качество планирования кадрового обеспечения технологических процессов	качество планирования оборотного использования ресурсов
MES	качество продукции, показатели производительности	коэффициенты FAR, TRIR, LTIF, TRIFR, LTISR	коэффициент оборотного вовлечения ресурсов; коэффициент утилизации отходов
АСУ ТП	эффективность и качество сбора данных	качество эксплуатации контрольно-измерительных приборов	качество контроля выбросов; расход материалов, воды, энергии; объем отходов

С позиции системы поддержки управления изменениями витрины данных наполняются с учетом специфики информации, агрегируемой на каждом уровне ИТ-архитектуры предприятия. Детализированные данные таблицы 1 внедрены в архитектуру системы поддержки управления изменениями в контексте ИСМ и интеграции производственных процессов, представленную на рисунке 8. Заливка элементов в блоках уровней автоматизированного управления производственным предприятием соответствует витринам данных интегрированной системы менеджмента.

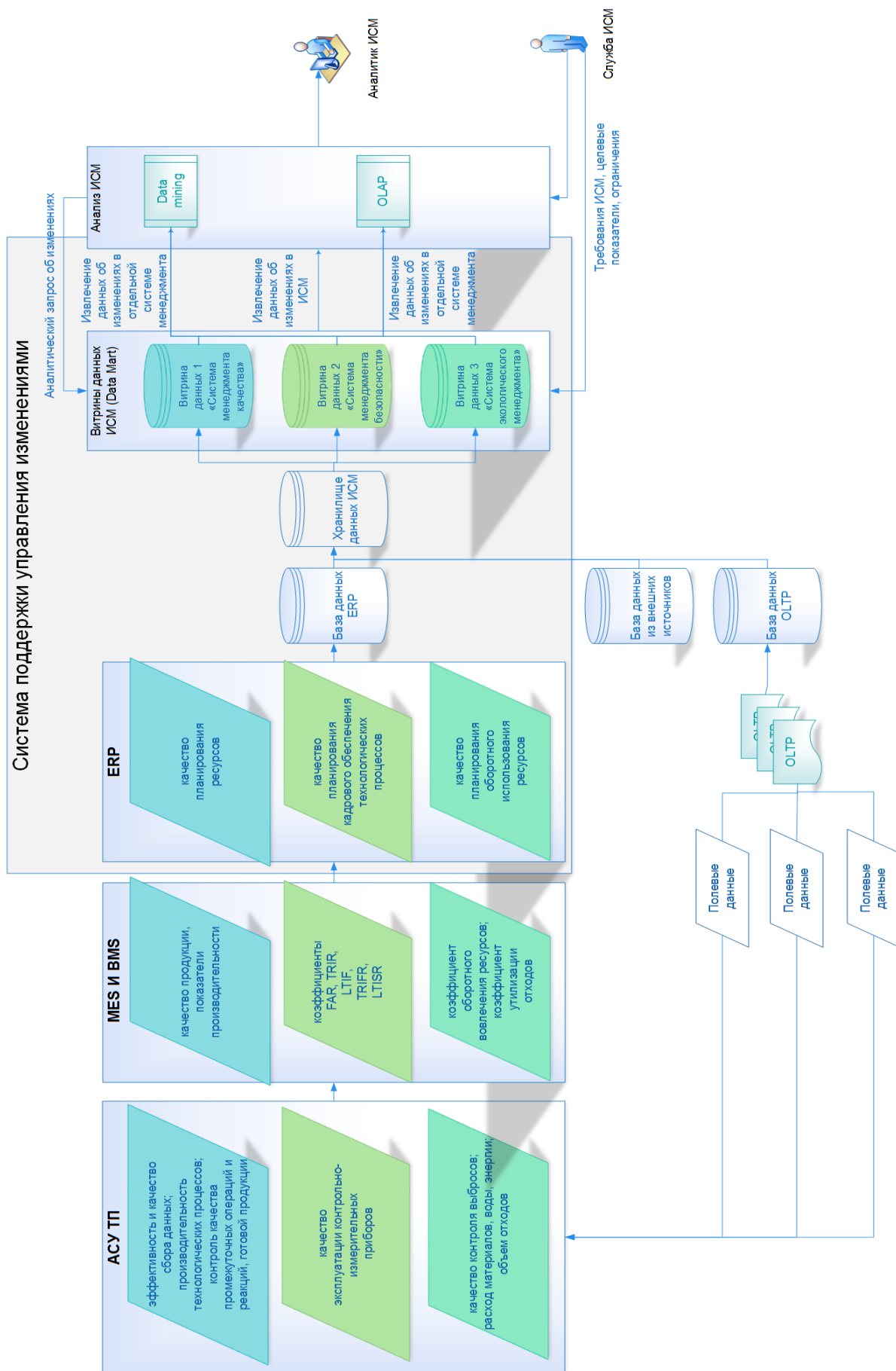


Рисунок 8 – Архитектура системы поддержки управления изменениями в контексте ИСМ и интеграции производственных процессов (обобщена автором)

Блок АСУ ТП апробирован на примере производства окиси этилена. Исходя из схемы производства окиси этилена, детализирован уровень АСУ ТП, основанный на принципе соответствия витринам данных, выделенных в контексте интегрированной системы менеджмента (рисунок 9).

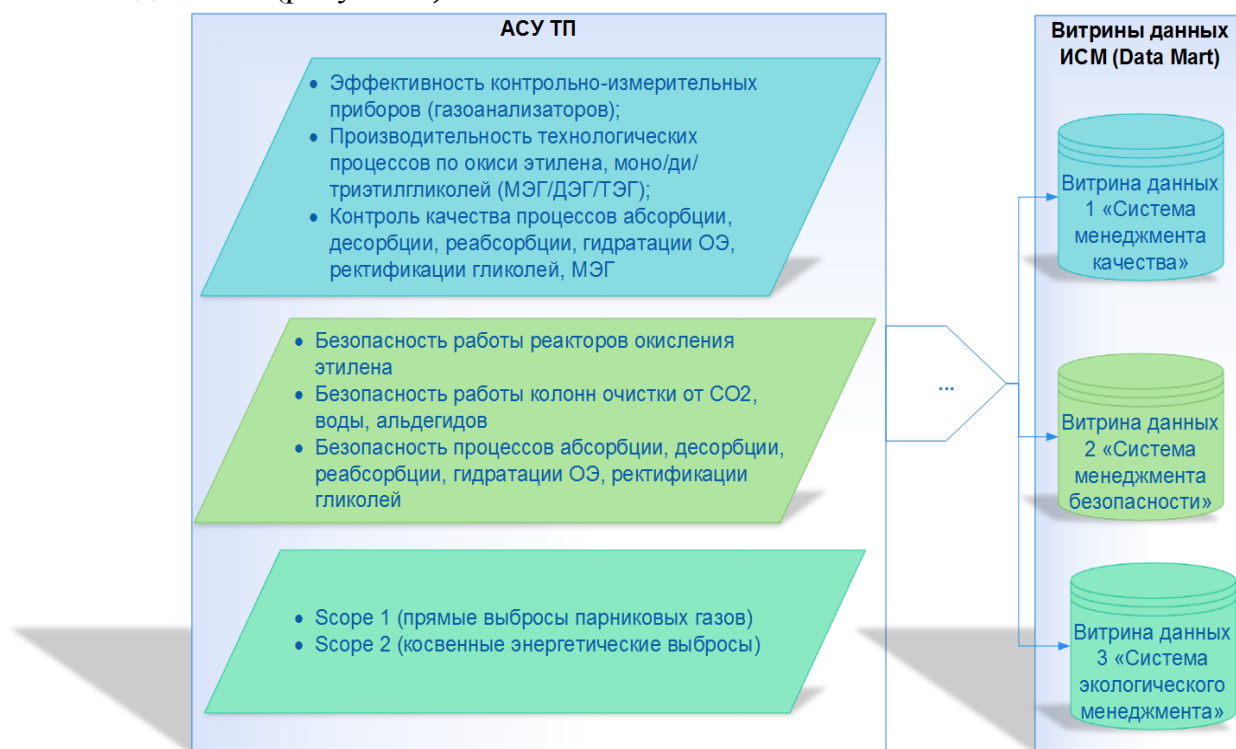


Рисунок 9 – Детализация АСУ ТП на примере производства окиси этилена (осуществлена автором)

На основе сформулированных выше положений о квантовой модели ИСМ, системе поддержки управления изменениями и ее показателях эффективности, об упорядочении производственной системы в результате управления изменениями построена апробированная модель управления интеграцией производственных процессов (рисунок 10). Модель интеграции эксплицирована с позиции индикативной системы оценки эффективности систем поддержки управления изменениями (Э_ИСМ), включающей стандартизацию критериев эффективности (УК, УБ, УЭ) и оценку энтропии производственной системы.

Апробация индикативной системы оценки эффективности системы поддержки управления изменениями включает оценку характеристики производства предприятий ПАО «СИБУР Холдинг» за 2022–2023 годы. Анализируя изменение энтропии производственной системы, можно судить о ее тенденции к снижению за последние 3 года (таблица 2). Тенденция расценивается как позитивный результат модернизации производственной системы, включая внедрение новейших технологий.

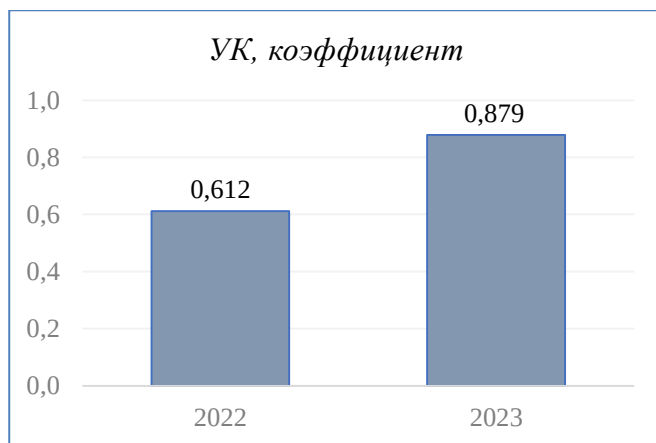


Рисунок 10 – Индикативная квантовая модель интегрированной системы менеджмента
ПАО «СИБУР Холдинг» (разработана автором)

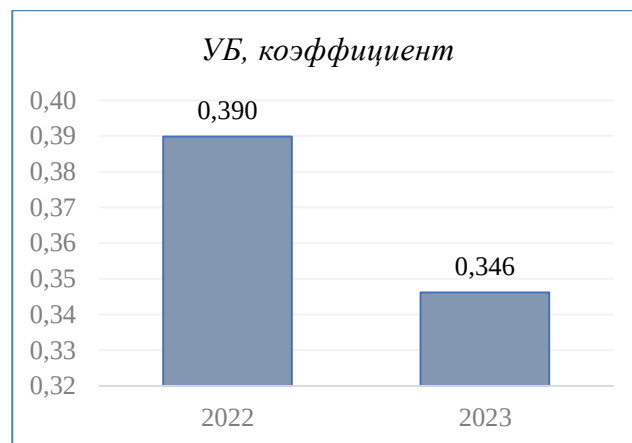
Таблица 2 – Изменение энтропии производственной системы ПАО «СИБУР Холдинг»
(рассчитана автором)

Показатели	2021	2022	2023
Показатель потока – результата работы производственной системы, млн. руб.	298 455	230 362	120 094
Объем инвестиций в НИОКР, млн руб.	2 154	2 259	5 464
Изменение энтропии	-	-30,14	-20,18

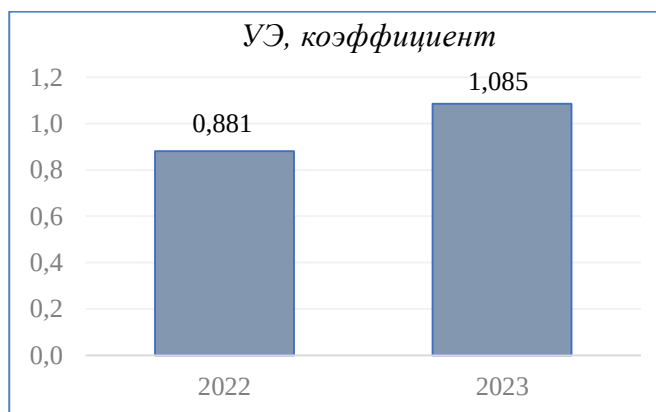
Дальнейшая апробация включает расчет показателей выполнения плана устойчивого развития предприятия (УК) по формуле (2), уровня безопасности производства (УБ) по формуле (3), уровня экологизации производственных процессов (УЭ) по формуле (4) и интегрального показателя Э_ИСМ по формуле (1). Рассчитанные показатели представлены на рисунке 11.



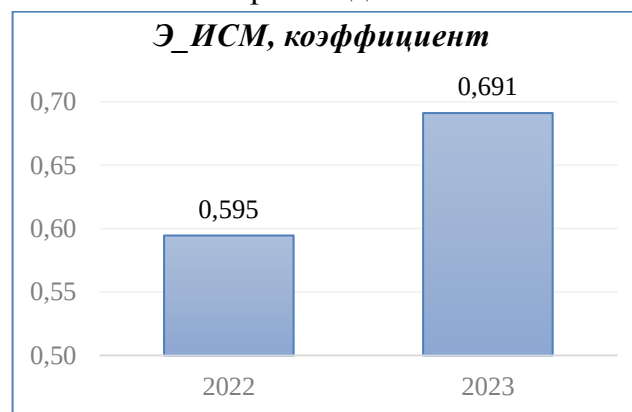
а) Выполнение плана устойчивого развития



б) Интегральный уровень безопасности производства



в) Уровень экологизации производственных процессов



г) Эффективность ИСМ

Рисунок 11 – Апробация метода оценки эффективности ИСМ предприятий ПАО «СИБУР Холдинг» (рассчитано согласно авторской методике)

Удельные показатели аварийности, происшествий, травматизма на производственных предприятиях Холдинга в динамике увеличились, что отражено в снижении интегрального показателя с 0,390 до 0,346 и расценивается как негативное изменение (рисунок 11, б). Интегральный показатель системы экологического менеджмента ПАО «СИБУР Холдинг» увеличился, что интерпретировано как положительный эффект инвестиций в охрану окружающей среды (рисунок 11, в). Результатом апробации индикативной системы оценки эффективности систем поддержки управления изменениями является расчет показателя Э_ИСМ, отражающего общую эффективность интегрированной системы менеджмента предприятий ПАО «СИБУР Холдинг» (рисунок 11, г). Рост интегрального показателя соответствует индикативной квантовой модели интегрированной системы менеджмента организации, представленной выше на рисунок 11.

Суммируя результаты апробации модели управления интеграцией производственных процессов, можем судить об успешной реализации ИСМ на предприятиях ПАО «СИБУР Холдинг». Автоматизация и цифровизации процессов и операций обеспечивает повышение эффективности ресурсопотребления, производительности труда, достижение целей устойчивого развития производственных систем.

Предложенная модель управления интеграцией производственных процессов, до-

полненная индикативной системой оценки эффективности систем поддержки управления изменениями, позволяет повысить эффективность и качество производственных систем на основе реализации принципов системотехники (физичности, моделируемости и целенаправленности), стандартизации критериев эффективности систем поддержки управления изменениями, увязанных с витринами данных и интегрированных в автоматизированную систему управления предприятием.

Проведенное исследование носит теоретический и прикладной характер, развивает новые аспекты организации производства (квантовый), позволяет определить контрольные точки в интегрированной системе менеджмента, требующие первоочередного внимания со стороны служб, регулирующих выполнение требований систем менеджмента качества, безопасности труда, экологичности производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Достижение цели и решение задач, сформулированных в рамках исследования, позволили получить новые научные результаты и апробировать их для совершенствования управления результатами производства на основе развития принципов производственного менеджмента. По итогам проведенного исследования сделаны следующие основные выводы:

Обоснована квантовая модель интегрированной системы менеджмента, отвечающая принципам системотехники, отличающаяся преобразованием информационных потоков, обособлением информационного контура в условиях процессного подхода к организации производства и обеспечением эффекта синергии, способствующая снижению энтропии производственной системы. Квантовый подход к описанию модели интегрированной системы менеджмента приоритизирует важность основных параметров информации, являющейся базой для оптимизации технологических процессов, их ресурсообеспечения, цифровизации и автоматизации.

Предложена индикативная система оценки эффективности систем поддержки управления изменениями, сочетающая стандартизацию критериев эффективности (УК, УБ, УЭ), оценку энтропии производственной системы и предложенный двухуровневый подход к диагностике интегрированной системы менеджмента, обусловленный конструированием тематических витрин данных («Система менеджмента качества», «Система менеджмента безопасности», «Система экологического менеджмента»). Авторские положения направлены на структурирование, обработку и аналитику больших данных с целью выявления узких мест и совершенствования организации производства.

В рамках апробации модернизированной интегрированной системы менеджмента в деятельности производственного предприятия определено, что принимаемые организационно-технические решения в группе компания «Сибур» характеризуются всесторонней комплексной проработкой проектов по их реализации, включая такие направления, как анализ стратегических предпосылок реализации организационно-технического решения, риски реализации организационно-технического решения, оценка технических возможностей реализации организационно-технического решения, сравнительная оценка технологии производства, оценка эффективности различных вариантов организационно-технического решения, оценка экологической составляющей реализации организа-

ционно-технического решения, изучение возможности апробации результатов организационно-технического решения, что позволяет заключить о системности и всестороннем охвате сфер их реализации. Кроме того, все принимаемые организационно-технические решения реализуются с использованием цифровых инструментов, включая продвинутую аналитику, цифровизацию процессов и технологии Индустрии 4.0.

Результатом апробации индикативной системы оценки эффективности систем поддержки управления изменениями является расчет показателя Э_ИСМ, отражающего общую эффективность интегрированной системы менеджмента предприятий ПАО «СИБУР Холдинг». Рост интегрального показателя на 16,1% соответствует разработанной индикативной квантовой модели интегрированной системы менеджмента организации.

Результаты апробации модели управления интеграцией производственных процессов свидетельствуют об успешной реализации интегрированной системы менеджмента на предприятиях ПАО «СИБУР Холдинг». Автоматизация и цифровизация процессов и операций обеспечивают повышение эффективности ресурсопотребления, производительности труда, достижение целей устойчивого развития производственных систем.

Предложенная модель управления интеграцией производственных процессов, дополненная индикативной системой оценки эффективности систем поддержки управления изменениями, позволяет повысить эффективность и качество производственных систем на основе реализации принципов системотехники (физичности, моделируемости и целенаправленности), стандартизации критериев эффективности систем поддержки управления изменениями, увязанных с витринами данных и интегрированных в автоматизированную систему управления предприятием.

Рекомендуется придерживаться разработанного инструментария интегрированной системы менеджмента качества при разработке локальных нормативно-правовых актов в части развития системы поддержки управления изменениями, повышения эффективности функционирования и качества организации производственных систем; при реинжиниринге действующих систем рекомендуется опираться на индикативную квантовую модель интегрированной системы менеджмента.

Перспективы развития темы заключаются в разработке методологии моделирования и прогнозирования эффективности систем поддержки управления изменениями, механизма интеграции квантовой модели интегрированной системы менеджмента качества в условиях приоритетности использования отечественных технологий в организации производственных систем.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в журналах, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

1. Аюпова, Л. Ш. Особенности управления рисками при оценке эффективности интегрированных систем менеджмента / Л. Ш. Аюпова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2024. – Т.26. – № 4. – С. 35–42. – 0,53 п. л.

2. Аюпова, Л. Ш. Методика оценки эффективности системы поддержки управления изменениями / Л. Ш. Аюпова, М. В. Шинкевич // Известия Самарского

научного центра Российской академии наук. – 2024. – Т.26. – № 4. – С. 43–49. – 0,56 п. л./0,42 п.л.

3. Сафарова, Л. Ш. Тенденции и перспективы развития инструментов ресурсосбережения на предприятиях нефтегазохимического комплекса / А. А. Лубнина, М. В. Шинкевич, Л. Ш. Сафарова // Современные наукоемкие технологии. – 2021. – № 11 (2) – С. 255–260. – 0,44 п. л./0,2 п.л.

Свидетельство о регистрации электронного ресурса

4. Сафарова, Л. Ш. Алгоритм расчета кросс-корреляций индикаторов инновационной деятельности промышленного сектора экономики / С. С. Кудрявцева, М. В. Шинкевич, Л. Ш. Сафарова // Свидетельство о регистрации электронного ресурса №24892 от 19.10.2021г. ОФЭРНиО.

Публикации в других научных изданиях и сборниках материалов конференций

5. Сафарова, Л. Ш. Анализ механистических организационных структур управления в нефтехимической промышленности / Л. Ш. Сафарова // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные тренды цифровой трансформации промышленных предприятий». – Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2023. – С.100–102. – 0,25 п.л.

6. Сафарова, Л. Ш. Анализ адаптивных организационных структур управления в нефтехимической промышленности / Л. Ш. Сафарова // Сборник материалов XXX международной очно-заочной научно-практической конференции «Современные наука и образование: достижения и перспективы развития». – Москва, 2023. – С. 62–64.

7. Сафарова, Л. Ш. Модернизация химической промышленности в условиях цифровизации / Л. Ш. Сафарова // Сборник статей LI международной научно-практической конференции «EurasiaScience». – Москва: ООО «Актуальность. РФ», 2023. – С. 23–25. – 0,25 п.л.

8. Сафарова, Л. Ш. Роль цифровой системы управления производством в условиях индустрии 4.0 / Л. Ш. Сафарова, М. В. Шинкевич // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные тренды цифровой трансформации промышленных предприятий». – Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2022. – С. 236–240. – 0,28 п.л./0,2 п.л.

9. Сафарова, Л. Ш. Роль CALS-технологий в системе управления качеством нефтехимической продукции / Л. Ш. Сафарова // Сборник материалов III международной научно-практической конференции «Тенденции развития логистики и управления цепями поставок». – Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2022. – С.139–144. – 0,19 п.л.

10. Сафарова, Л. Ш. Анализ теоретических методологических основ организационного проектирования / Л. Ш. Сафарова, М. В. Шинкевич // Сборник материалов 6-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых «Наука молодых – будущее России». – Курск, 2021. – Т.1. – С. 395–397. – 0,19 п. л./0,1 п.л.

11. Сафарова, Л. Ш. Перспективы «умного» завода в нефтехимической промышленности в России и за рубежом / Л. Ш. Сафарова, Р. Р. Зарипова, А. И. Шинкевич // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Тенденции развития логистики и управления цепями поставок в условиях цифровой экономики». – Казань: Изд-во АН РТ, 2021. – С.210–215. – 0,38 п. л./0,2 п.л.

12. Сафарова, Л. Ш. Современные подходы управления цепями поставок в повышении конкурентоспособности нефтехимической продукции / Р. Р. Зарипова, Л. Ш. Сафарова, А. И. Шинкевич // Сборник материалов международной научно-практической

конференции «Тенденции развития логистики и управления цепями поставок в условиях цифровой экономики». – Казань: Изд-во АН РТ, 2021. – С.95–99. – 0,31 п. л./0,11 п.л.

13. Сафарова, Л. Ш. Инновационные подходы в системе логистики распределения / Я. С. Бондаренко, Л. Ш. Сафарова, Я. С. Чернявская // Сборник статей 11-й Международной научно-практической конференции «Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика». – Курск, 2021. – Т.1. – С. 70–72. – 0,18 п. л./0,06 п.л.

14. Сафарова, Л. Ш. Организационные направления повышения конкурентоспособности продукции промышленных предприятий / М. В. Шинкевич, Л. Ш. Сафарова // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Вызовы современности и стратегии развития общества в условиях новой реальности». – Москва, 2020. – №10. – С. 38-46. – 0,33 п. л./0,2 п.л.