

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский национальный исследовательский
технологический университет»

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

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор экономических наук, доцент
Шинкевич Марина Владимировна

Казань – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА.....	12
1.1 Направления развития теории и практики управления интеграционными процессами.....	12
1.2 Отраслевой уровень организации и проектирования интегрированных организационных структур промышленных предприятий.....	19
1.3 Опыт цифровой трансформации предприятий промышленности	30
2 КОНЦЕПЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	42
2.1 Современные модели организации интегрированных систем менеджмента	42
2.2 Развитие модели PDCA с учетом концепции квантового взаимодействия	46
2.3 Концептуальные модели оценки эффективности интегрированных систем менеджмента производственных систем	58
3 РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТОВ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ТРАНСФОРМАЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА НА НЕПРЕРЫВНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ.....	71
3.1 Систематизация критериев и методик оценки эффективности элементов системы поддержки управления изменениями	71
3.2 Характеристика принятия организационно-технических решений на предприятии.....	83
3.3 Особенности трансформации интегрированных систем менеджмента в непрерывных производственных системах	95
4 АПРОБАЦИЯ ИНСТРУМЕНТОВ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА ПРОЕКТА	

РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ОКИСИ ЭТИЛЕНА ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ»	108
4.1 Аудит существующих организационно-технических решений в области цифровой интеграции управления реконструкцией производства окиси этилена.....	108
4.2 Апробация модели трансформации интегрированных систем менеджмента производственных процессов	121
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	134
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	140

ВВЕДЕНИЕ

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., Лапшина В. С., Май-

борода В. П., Муравьевой С. В., Пожарицкой И. М., 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., 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., 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., Caputo A. С., 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 изделий 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 ин-

тегрированных (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 приоритезировать 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 уз-

ких 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, горизонтальный и вертикальный анализ).

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: «Социально-экономические, политические и культурные измерения устойчивого развития России: вызовы и ответы», Казань, 2024г.; «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 1 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.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

1.1 Направления развития теории и практики управления интеграционными процессами

В современном мире интеграционные процессы становятся всё более значимыми для развития экономики, политики, общества, управления технологическими процессами. Интеграция представляет собой процесс объединения различных элементов в единое целое с целью достижения синергетического эффекта. В контексте управления интеграционными процессами это означает создание эффективной системы взаимодействия между участниками процесса, которая позволит достичь поставленных целей и задач. Теория и практика управления интеграцией постоянно развиваются и совершенствуются.

Изучение литературы по данной теме позволяет выделить несколько основных направлений развития теории и практики управления интеграционными процессами:

1. Системный подход к управлению интеграцией.

Вопросам управления интеграцией посвящен ряд исследований отечественных ученых. Так, в своих исследованиях Попов В. Л., Александрова Т. В. [91] рассматривают интеграцию системного и процессного подхода как способ повышения эффективности управления предприятием, а также как один из путей для достижения целей национального проекта «Производительность труда и поддержка занятости». Проблемам интеграции диверсификации и системного подхода в управлении корпорациями на потребительском рынке посвящена научная статья Чаплина А. Н. и др. [140].

Современные концепции эффективного управления рассматриваются в трудах Чжан-Сен А. Ю., Пархомчук М. А. [125]. Авторами рассматриваются

основные принципы и подходы к эффективному управлению, а также факторы, влияющие на его эффективность.

В исследовании Гагаринова А. В., Кобзева П. М. [22] представлена системная модель для оценки уровня интеграции свойств элементов предприятия. Авторы предлагают использовать эту модель для повышения эффективности управления предприятием и улучшения его конкурентоспособности. Модель основана на анализе взаимодействия между различными элементами системы и определении их вклада в общую эффективность предприятия. Предложенная авторами модель позволяет определить слабые места в системе управления предприятием и разработать меры по их устранению.

Исследования Власенко М. Н. и др. [20], Шевченко М. И., Черняева А. В. [127] посвящены применению системного и процессного подходов к управлению проектами наукоемких изделий сложной техники. Авторы рассматривают основные принципы системного подхода и его преимущества перед другими методами управления. Применение системного подхода может привести к повышению эффективности управления и улучшению качества продукции или услуг. Применение анализируется в исследованиях.

Проблема разработки эффективных систем оценки и управления качеством для сложных объектов рассматривается в исследовании Майборода В. П., Титов А. В., Моргунов М. Ю. [66]. Для решения проблемы авторы предлагают использовать комплексный подход, включающий в себя анализ требований потребителей, оценка текущего состояния объекта, разработка критериев оценки, выбор методов оценки, методы оценки качества сложных объектов, управление качеством сложных объектов.

Объектом исследования Рахмилевич Е. Г. [97] являются процессы формирования, развития и трансформации интегрированных производственных структур предприятий ракетно-космической промышленности. Организацию интегрированных производственных структур автор рассматривает на основе выбора типа специализации производства.

Таким образом, системный подход предполагает рассмотрение интеграции как сложной системы, состоящей из множества взаимосвязанных элементов. Системный подход позволяет выявить ключевые факторы, влияющие на эффективность интеграции, и разработать стратегии управления, учитывающие эти факторы.

2. Использование современных технологий для управления интеграцией.

Особое внимание роли информационных технологий в управлении ресурсами уделяется в исследовании Пожарицкой И. М. [89], которое посвящено эволюции менеджмента ресурсов как составляющей системы менеджмента качества. Автор рассматривает основные этапы развития этого направления, а также современные тенденции и перспективы его развития. Рассмотрены основные тенденции и перспективы развития менеджмента ресурсов, включая автоматизацию процессов управления и использование больших данных. Подчёркнута роль информационных технологий в повышении эффективности управления ресурсами и обеспечении качества продукции и услуг.

Решению актуальной задачи разработки методики, математического и программного обеспечения для оценки эффективности интеграции информационно-технологических решений в цифровые платформы посвящена диссертация Ильина Д. Ю. [43].

Информационное обеспечение бизнес-процессов является одним из факторов достижения конкурентоспособности предприятий. Развитию методов и моделей поддержки принятия решений стратегических задач интегрированными организационными структурами посвящено научное исследование Шаныгина С. И. [126].

Современные технологии, такие как искусственный интеллект, блокчейн, большие данные и другие, могут быть использованы для автоматизации процессов управления интеграцией, повышения их эффективности и обеспечения безопасности данных.

3. Развитие методов оценки эффективности интеграции.

В своем исследовании Андреева Т. А. [6] рассматривает интегрированную систему менеджмента, которая объединяет систему менеджмента качества (СМК) и систему стратегического управления. Автор анализируется взаимосвязь между этими системами и их влияние на эффективность деятельности организации. Интеграция СМК и системы стратегического управления позволяет повысить эффективность управления организацией.

Вопросам ресурсного обеспечения технологической интеграции посвящены исследования Миллера М. А., Миллера Н. В. [73]. Авторы рассматривают ресурсное обеспечение, которое включает в себя материальные, финансовые, человеческие и информационные ресурсы, необходимые для успешной интеграции технологий, и предлагают методы их оценки. Эффективное ресурсное обеспечение является необходимым условием успешной технологической интеграции.

Методику оценки, основанную на использовании статистических методов, таких как регрессионный анализ и кластеризация, предлагает Карелина М. Г. [46]. Результаты оценки могут быть использованы для принятия решений о целесообразности интеграции предприятий, и позволяют снизить риски при принятии решений об интеграции

Алабугин А. А., Мухортова Н. А. [1,3] в своих исследованиях рассматривают проблемы оценки качества регулирования наукоёмких процессов в комплексе предприятий постиндустриального типа и предлагают методологию их решения, основанную на использовании системы показателей, учитывающих различные аспекты деятельности предприятия.

Таким образом, для определения успешности интеграционных проектов необходимо разработать методы оценки, которые позволят измерить достигнутые результаты и оценить влияние интеграции на деятельность организации.

4. Учёт культурных различий при управлении интеграцией. Культурные различия могут стать препятствием для успешной интеграции. Поэтому

важно разрабатывать стратегии управления, которые будут учитывать культурные особенности участников процесса и способствовать их гармоничному взаимодействию.

5. Управление рисками при интеграции.

В исследовании Ярина Д. Н. [136] рассматриваются основные методы управления рисками при формировании интегрированных структур. Выделяют следующие ключевые моменты: необходимость учёта рисков при принятии решений о создании интегрированных структур; важность разработки методов управления рисками для обеспечения устойчивости и эффективности функционирования интегрированных структур; применение различных методов анализа рисков, таких как SWOT-анализ, PEST-анализ и другие, для выявления потенциальных угроз и возможностей; использование методов минимизации рисков, включая страхование, диверсификацию и хеджирование, для снижения вероятности негативных последствий.

Применению риск-ориентированного мышления при управлении качеством посвящена научная работа Кирсановой М. И. [49]. Автор отмечает, что управление рисками является важным элементом системы менеджмента качества. Автором проведен анализ преимуществ применения риск-ориентированного подхода к управлению качеством.

Разработке интегрированной модели управления рисками на основе концепции бережливого производства посвящены исследования Смагиной А. Ю. и Каргиной Е. В. [113]. Авторами обоснована необходимость интеграции процессов управления рисками с концепцией бережливого производства для повышения эффективности деятельности предприятия. Разработана и внедрена модель в практику управления предприятием для обеспечения устойчивого развития и повышения конкурентоспособности.

Интеграционные проекты могут сопровождаться различными рисками, такими как финансовые, технические, юридические и другие. Управление рисками является важным аспектом управления интеграцией и требует разработки соответствующих стратегий и методов.

6. Применение принципов устойчивого развития при интеграции.

Лапшиным В. С. [61] рассматриваются формирование системы менеджмента устойчивого развития с использованием интегративного подхода. Автором предлагается использовать интегративный подход для формирования системы менеджмента, который позволит объединить различные методы и инструменты управления.

Вопросы устойчивого развития предприятий машиностроительного комплекса и систематизации процесса интеграции систем менеджмента анализируются в диссертационном исследовании Гращенковой Н. В. [29]. Перспектива исследования данной темы заключается в разработке системы интегрального показателя, позволяющего оценить уровень интегрированности систем менеджмента, потенциал предприятия.

Стратегии интеграции концепции устойчивого развития в управление предприятиями отражены в исследовании Роговой М. В. [98]. Автор анализирует существующие подходы к внедрению принципов устойчивого развития и предлагает новые стратегии, которые могут быть использованы компаниями.

Устойчивое развитие становится всё более актуальным направлением развития общества. Принципы устойчивого развития могут быть применены и к интеграционным процессам, что позволит обеспечить долгосрочную стабильность и устойчивость интегрированных систем.

7. Разработка моделей управления интеграцией в различных отраслях.

Интеграции гибких методов проектного управления в процессный подход к менеджменту посвящена работа Жаринова И. А. [37]. Автор исследует возможности применения Agile-методов в управлении процессами и предлагает рекомендации по их внедрению. Им рассматриваются преимущества использования гибких методов в управлении процессами; приводится анализ существующих подходов к интеграции Agile-методологий в процессные модели.

Каждая отрасль имеет свои особенности и требования к интеграции. Разработка моделей управления, адаптированных к конкретным отраслям, может повысить эффективность интеграционных процессов и обеспечить их соответствие требованиям законодательства и рынка.

8. Исследование влияния интеграции на общество и окружающую среду. Информация о социальной интеграции и её влиянии на развитие общества представляется в ежегодном Докладе о человеческом развитии (ЮНЕСКО) [143]. Интеграция может оказывать значительное влияние на социальную сферу и экологию.

Таким образом, развитие темы квантовой модели интегрированной системы менеджмента качества обусловлена рядом факторов, основные из которых:

- конкуренция на рынке – в условиях высокой конкуренции на рынке химических продуктов, внедрение новых технологий и методов управления качеством обеспечивает предприятию конкурентное преимущество;

- развитие технологий – разработка новых методов управления качеством продукции с использованием современных технологий, таких как квантовые вычисления, способствует повышению эффективности и надёжности производственных процессов;

- запросы потребителей – потребители всё больше внимания уделяют качеству продукции и ожидают от производителей соблюдения высоких стандартов, что обеспечивается интегрированной системой управления качеством;

- экологические факторы – интегрированная система управления качеством обеспечивает соответствие требований по производству химических веществ экологическим стандартам и нормам безопасности;

- инновации в производстве – применение новых подходов к управлению качеством способствует внедрению инноваций в производственные процессы и улучшению характеристик продукции.

– интеграция – интеграция системы управления качеством с другими производственными процессами способствует повышению эффективности деятельности предприятия и снижению рисков возникновения ошибок.

1.2 Отраслевой уровень организации и проектирования интегрированных организационных структур промышленных предприятий

Управление промышленным предприятием для упорядочивания функций, задач и полномочий менеджмента использует организационные структуры управления. В настоящее время сложился обширный перечень типов организационных структур управления, которые распространены на промышленных предприятиях. Их перечень достаточно обширен и включает как традиционные организационные структуры управления: линейная, линейно-функциональная, линейно-штабная, дивизиональная, так и гибкие организационные структуры управления – проектная, матричная, бригадная, адхократическая и другие [5,74,40,62].

Основное предназначение организационных структур управления – обеспечение достижения устойчивого развития благодаря совершенствованию механизмов взаимодействия как внутри предприятия, так и с внешними поставщиками и другими партнерами по ведению производственно-хозяйственной деятельности, а также учету внутренних и внешних факторов, оказывающих влияние на процесс функционирования промышленного предприятия. Следует указать, что на выбор типа организационной структуры управления оказывает влияние ряд факторов внутреннего и внешнего характера, состав которых отражен на рисунке (рисунок 1.2.1). В то же время с усложнением процессов производства и управления формируется необходимость в развитии типов организационных структур, что в определенной степени связано с усилением синергии, коллаборации между участниками цепочек создания добавленной стоимости, что, в свою очередь, привело к проектированию, внедрению в производственно-хозяйственную практику и разви-

тию интегрированных организационных структур управления промышленным предприятием.

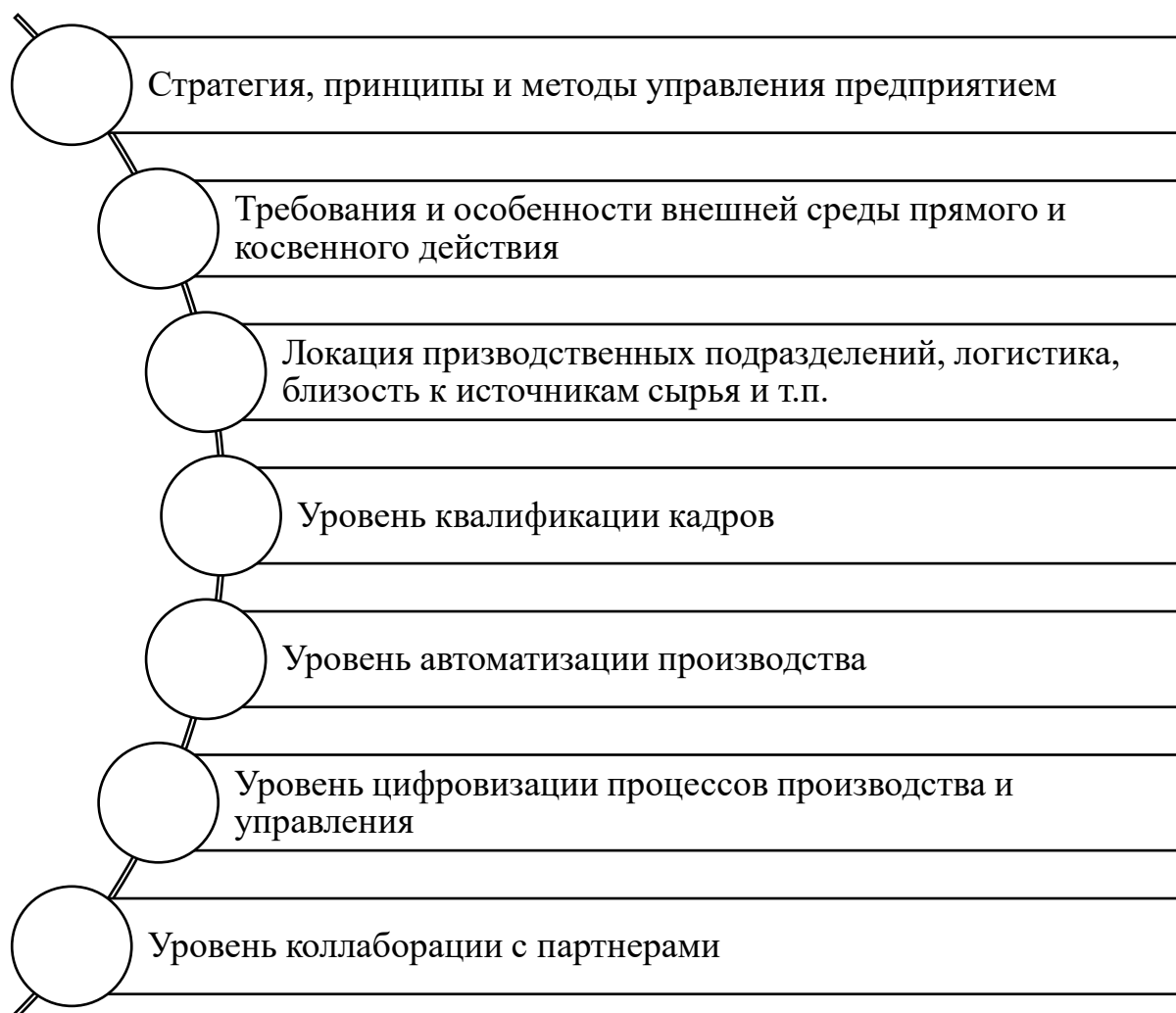


Рисунок 1.2.1 – Внутренние и внешние факторы, оказывающие влияние на выбор типа организационной структуры управления предприятием (обобщено автором)

Под интеграцией в данном исследовании понимается процесс объединения отдельных предприятий для достижения положительного синергетического эффекта, роста конкурентоспособности, повышения гибкости управления. Основными предпосылками формирования интегрированных организационных структур управления в промышленности являются следующие:

- высокий уровень монополизации и концентрации производства;
- сокращение управленческих затрат при объединении предприятий;

- повышение ресурсоотдачи и рост производительности в результате объединения предприятий;

- расширение спектра потенциальных возможностей для инвестирования в развитие производства и рынков сбыта промышленной продукции.

В настоящее время в научной литературе существует большое число толкований в понятии интегрированных организационных структур управления предприятием. Так, в определении А. А. Стрижова, интегрированная организационная структура представляет собой совокупность предприятий, которые осуществляют деятельность совместно по вопросам производства и сбыта промышленной продукции посредством объединения активов для достижения общих положительных технико-экономических характеристик по ведению производственно-хозяйственной деятельности [116].

В понимании С. Ю. Александрова, интегрированная организационная структура управления – это промышленные корпорации, предназначенные прежде всего для реализации крупных проектов в области развития наукоемкого производства и высокотехнологичного производства на основе подготовки и реализации совместных стратегических программ промышленного развития [4].

Ю. В. Качапкина, Г.С. Мерзликина, говоря об интегрированных организационных структурах, отмечают, что средствами их формирования выступают объединение, диверсификация, аутсорсинг для роста конкурентоспособности, производственной и экономической эффективности, что достигается посредством непрерывного нахождения оптимальной структуры с учетом требований и изменений внешней и внутренней среды [48].

А.Т. Сафин, Д.А. Шляпникова понимают под интегрированными организационными структурами операторов производственной деятельности, объединенных между собой в рамках вертикальной интеграции, при этом одна группа членов этой структуры находится подконтрольной другой группе, формируя вертикальную интегрированную промышленную структуру [110].

Таким образом, несмотря на разнообразие определений интегрированных организационных структур управления промышленным предприятием их отличительными особенностями являются: во-первых, они формируются для достижения наилучших показателей ведения производственно-хозяйственной деятельности; во-вторых, взаимодействие участников интегрированной структуры основано на объединении производственных активов; в-третьих, их создание ориентировано на долгосрочное сотрудничество и взаимное развитие.

Цели создания интегрированных организационных структур управления объединены на схеме (рисунок 1.2.2).

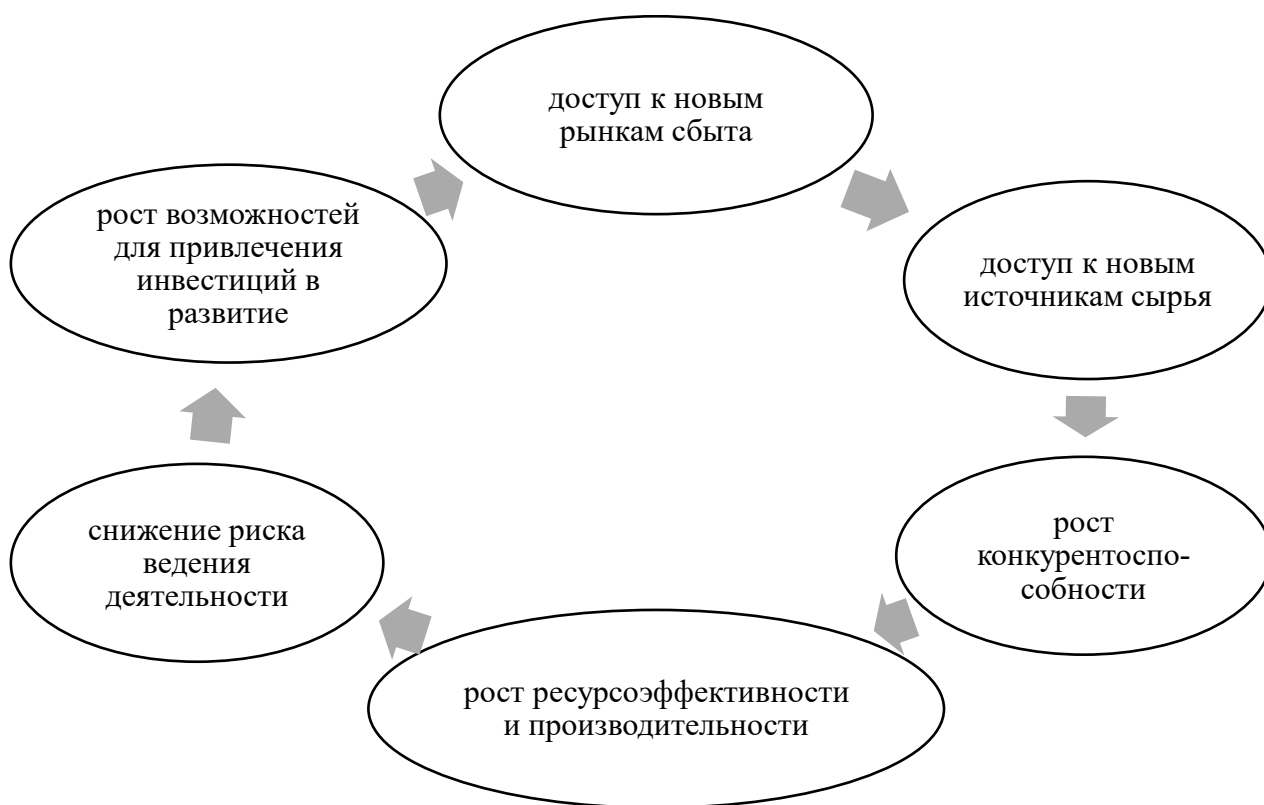


Рисунок 1.2.2 – Цели создания интегрированных организационных структур управления (обобщено автором)

Широкий перечень классификаций интегрированных организационных структур управления промышленным предприятием сформирован в научной

литературе и воплощен в производственно-хозяйственной практике. Приведем некоторые из классификаций интегрированных организационных структур управления промышленным предприятием. Так, С.Г. Бердиев выделяет три типа интегрированных организационных структур:

1) горизонтальная интегрированная организационная структура, которая формируется при возникновении контроля над предприятием-конкурентом в отрасли;

2) обратная вертикальная интеграция, при которой происходит объединение функций производства и управления между организационными единицами предприятия и таким образом создаются дочерние предприятия;

3) вперед идущая вертикальная интегрированная структура, при которой интегрируются производственное предприятие и предприятие, занимающееся сбытом произведенной промышленной продукции [15].

Потапцева Е. В. подразделяет интегрированные организационные структуры управления на следующие типы в зависимости от классификационной группы:

1) по форме контроля – холдинг, концерн, финансово-промышленная группа;

2) по объему трендов функционирования (горизонтальные, вертикальные, конгломератные организационные структуры);

3) по организационно-правовой форме (акционерное общество, публичное акционерное общество, общество с ограниченной ответственностью, национальная корпорация);

4) по формированию связей управления имуществом структуры (одноуровневая, пирамидальная, перекрестная);

5) по форме корпоративной собственности (инсайдерский, аутсайдерский тип модели формирования структуры) [92].

Особо подчеркнем, что необходимо делать отличие способов формирования интегрированных организационных структур управления в промышленности в зависимости от типа их внутренней организации и уровня незави-

симости. Например, картели и консорциумы по форме внутренней интеграции представляют собой сетевые предприятия, хотя, входящие в них предприятия высокой степенью независимости. В то же время, предприятия, входящие в концерн, трест или агломерат утрачивают производственную и экономическую свободу и имеют жесткую иерархическую структуру управления (рисунок 1.2.3).

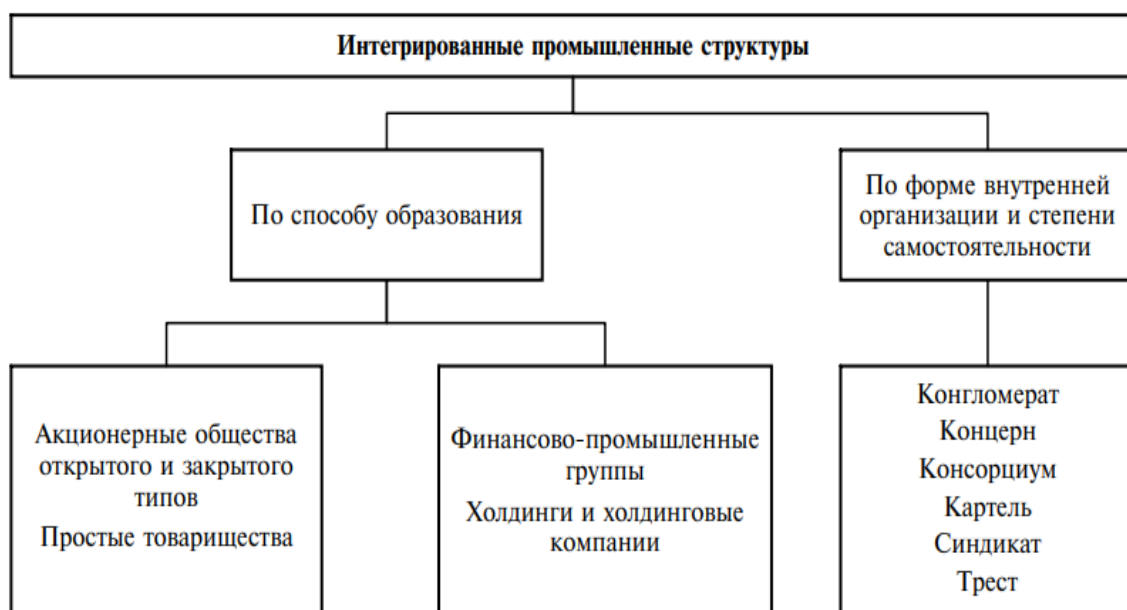


Рисунок 1.2.3 – Классификация интегрированных организационных структур управления промышленными предприятиями по способу и форме образования [77]

Как мы отмечали ранее, в научной литературе не существует единого общепринятого подхода к классификации интегрированных организационных структур управления промышленными предприятиями. Вопросам комплексной системной классификации данных типов структур посвящены работы авторов: Е. Л. Драчева и А. М. Либман [35], Т. В. Кудряшова и Е. В. Попова [59], А. Н. Цацулин и А. В. Бабкин [120], С. В. Муравьевой [77] и других.

Функционирование интегрированных организационных структур в промышленности характеризуется сложностью и многоаспектностью их дея-

тельности, что сказывается на специфике используемых моделей, принципов и функций управления ими. Пример классификации организационных структур в промышленности с позиции управляющего воздействия по таким направлениям, как корпоративное управление, целеполагание и ресурсообеспеченность представлены на схеме (рисунок 1.2.4).

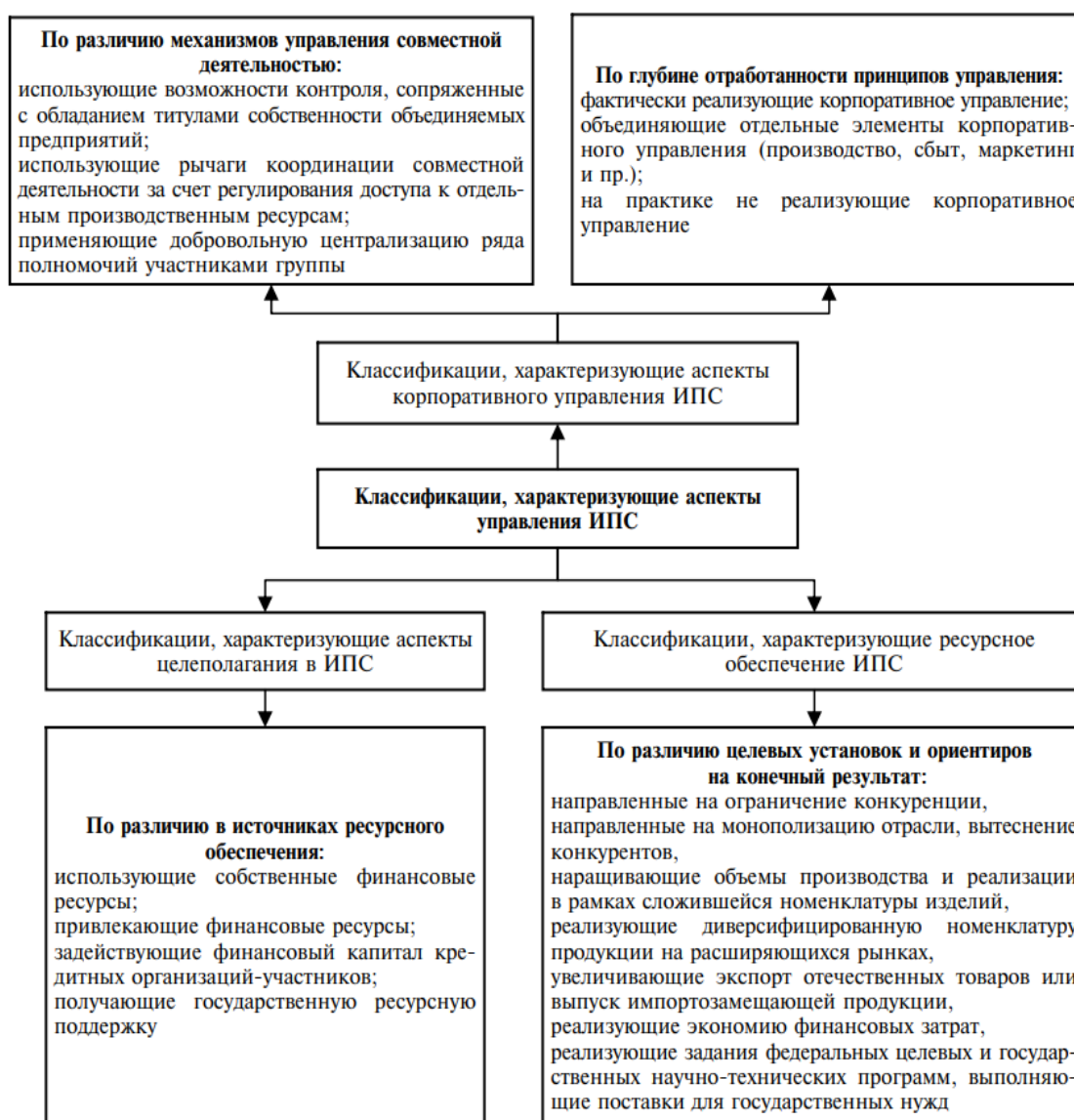


Рисунок 1.2.4 – Классификация организационных структур в промышленности с позиции управляющего воздействия по корпоративному управлению, целеполаганию и ресурсообеспеченности [77]

Представляется целесообразным и актуальным провести отраслевой анализ функционирования интегрированных организационных структур управления промышленными предприятиями в российском промышленном комплексе. Для этого воспользуется агрегированными данными экспертного агентства Эксперт-400 [134]. Как показывает анализ (последние статистические данные представлены по итогам 2022 г.), лидерами по объему реализованной промышленной продукции являются национальные корпорации, принадлежащие нефтегазовой промышленности. Тройку лидеров формируют «Газпром», НК «ЛУКойл», НК «Роснефть». Лидерские позиции в данном рейтинге занимают также организации финансовой сферы – Сбербанк, розничной торговли – X5 Retail Group, Розничная сеть «Магнит», транспортно-логистической сферы – РЖД и другие. Однако мы сосредоточили анализ на промышленных предприятиях, относящихся к сфере промышленного производства. Так, рейтинг крупнейших промышленных предприятий по объему реализованной продукции представлен на рисунке (рисунок 1.2.5).

Как показывает анализ, наибольшее количество интегрированных организационных структур управления (по объему реализованной промышленной продукции) представлено в секторах нефтегазовой промышленности, цветной металлургии и многоотраслевых холдингах. Среди регионов их расположение было следующим – преобладали г. Москва, Ханты-Мансийский автономный округ, Красноярский край, Республика Татарстан, Липецкая область, Ямало-Ненецкий автономный округ (по региону регистрации головной организации).

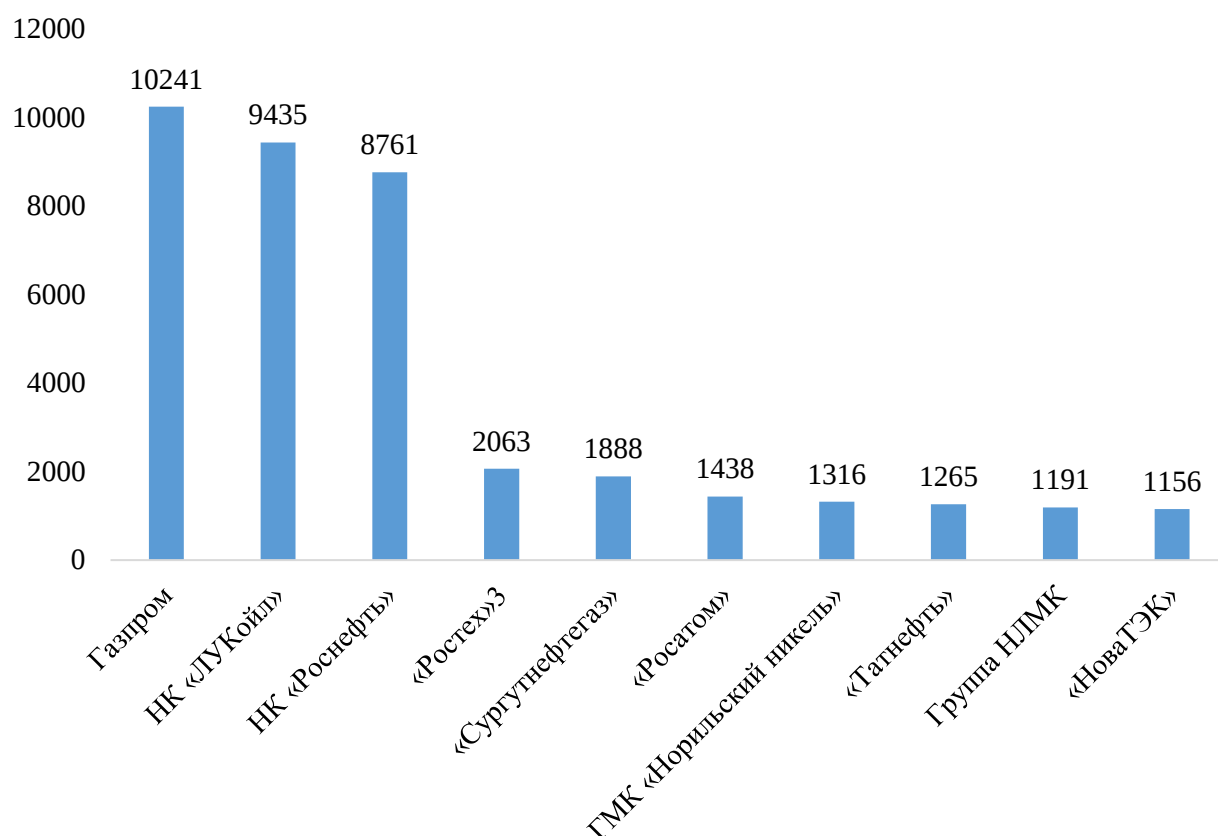


Рисунок 1.2.5 – Рейтинг крупнейших промышленных предприятий России по объему реализованной продукции (млрд. рублей) (составлено автором)

Среди отраслевых лидеров интегрированных структур наибольшие объемы прироста реализованной промышленной продукции в 2022 г. относительно 2021 г. показали Группа НЛМК – 79%, «Татнефть» – 76%, НК «ЛУКОЙЛ» – 67%, Газпром – 62%, «НоваТЭК» – 62% и «Сургутнефтегаз» – 60%. Сибур холдинг (нефтехимическая промышленность) расположился в позиции рейтинга на 34 месте с объемом реализации промышленной

Средняя численность работников интегрированных структур промышленности представлена на рисунке (рисунок 1.2.6).

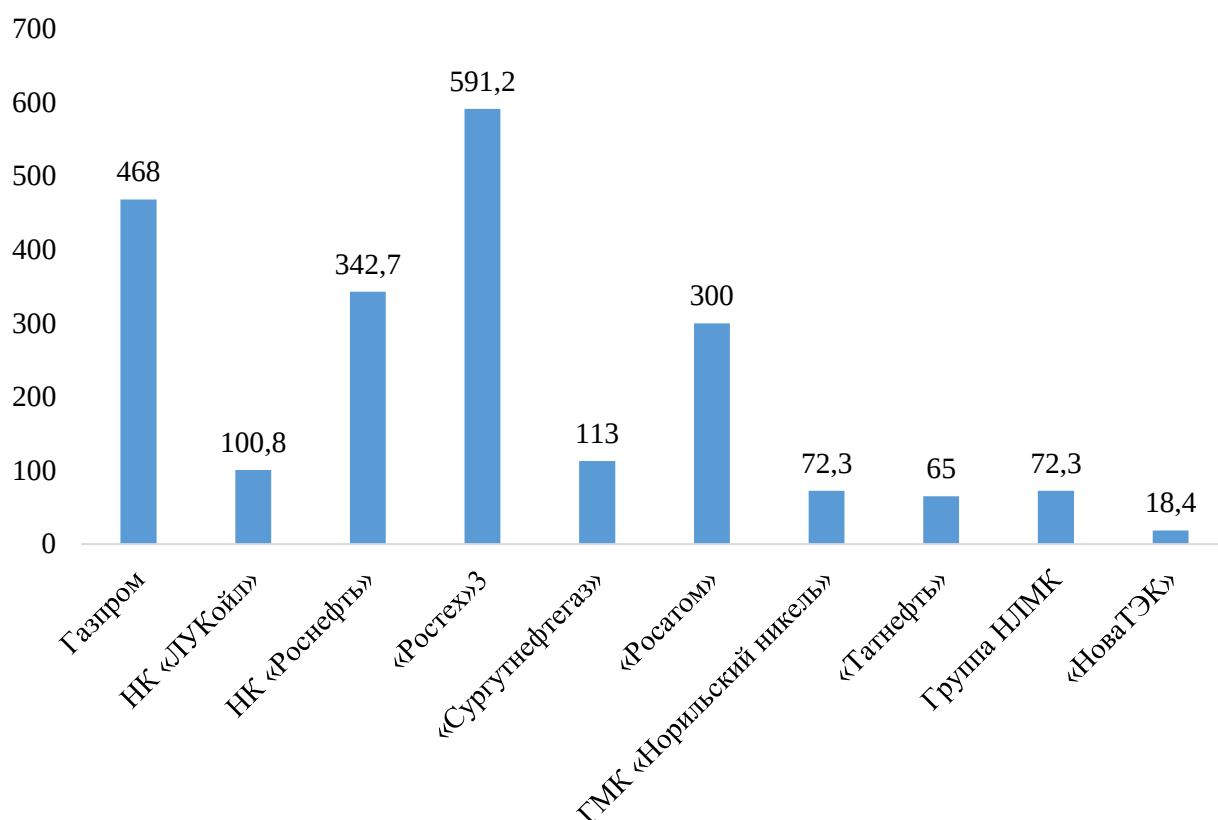


Рисунок 1.2.6 – Численность работников интегрированных структур промышленности (тыс. человек) (составлено автором)

Лидерами по численности работников среди данных структур были «Ростех» – 591,2 тыс. человек, Газпром – 468 тыс. человек и Росатом – 300 тыс. человек.

Более показательным видится необходимость проанализировать Объем реализованной продукции в расчете на 1 работника интегрированных структур промышленности. Так, расчеты показали, что наибольшая продуктивность среди лидеров интегрированных структур в промышленности отмечалась в НК «Лукойл», где на 1 тыс. работников объем реализованной промышленной продукции составлял 93,6 млрд. рублей, далее следует выделить «НоваТЭК» – 62,8 млрд. рублей / тыс. человек и НК «Роснефть» – 25,6 млрд. рублей / тыс. человек (рисунок 1.2.7).

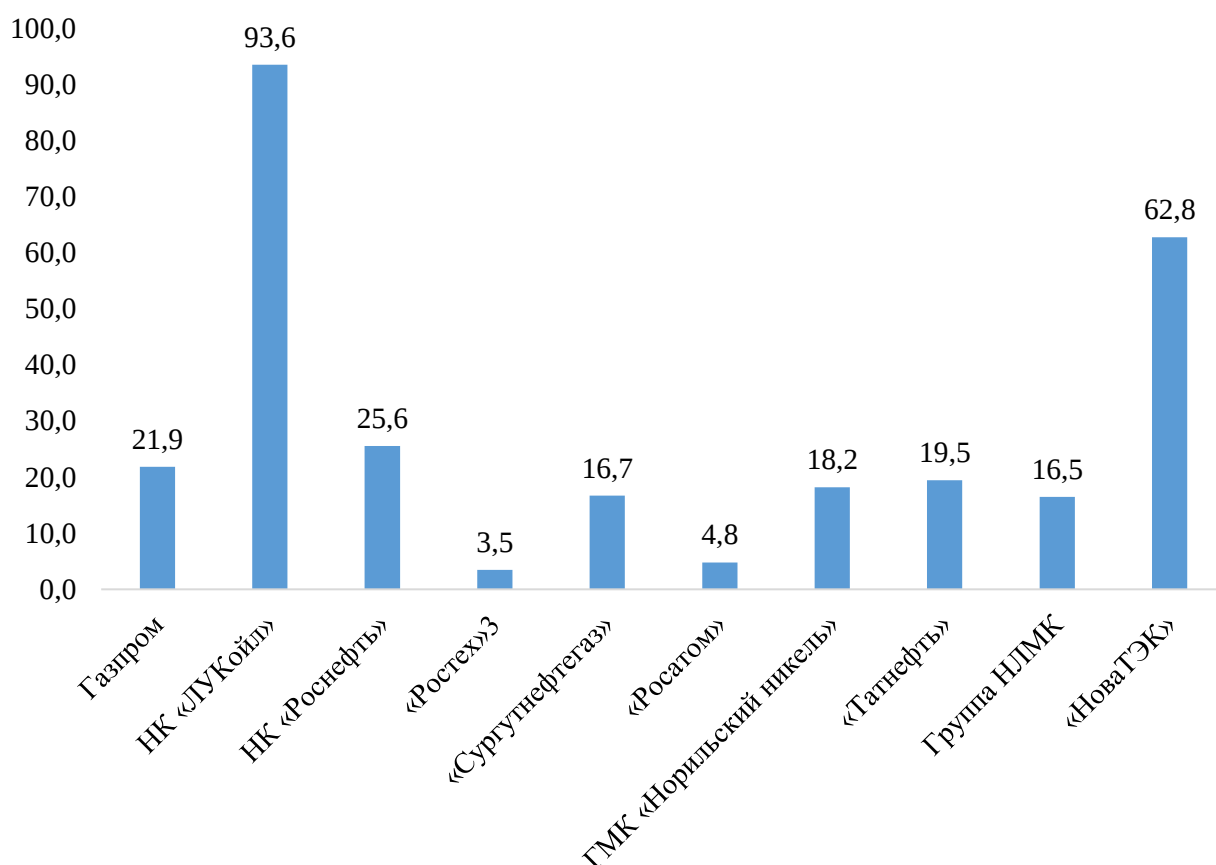


Рисунок 1.2.7 – Объем реализованной продукции в расчете на 1 работника интегрированных структур промышленности (млрд. рублей / тыс. человек)
(составлено автором)

Таким образом, представленные подходы к трактовке интегрированных организационных структур управления промышленными предприятиями 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. Среди отличительных особенностей интегрированных организационных структур управления промышленными предприятиями прежде всего выделяются:

- сложность процессов производства и управления;
- взаимосвязь целей и производственно-коммерческих интересов предприятий, входящих в интегрированную структуру;

- ориентация на достижение высоких технико-экономических показателей ведения производственно-хозяйственной деятельности;
- объединение потенциала предприятий, входящих в интегрированную структуру, для долгосрочного устойчивого взаимного развития.

1.3 Опыт цифровой трансформации предприятий промышленности

В современной практике организации производства цифровые инструменты служат неотъемлемым элементом управления процессами и операциями, добавляя ценность для потребителя путем улучшения качества конечной продукции, повышения безопасности эксплуатации изделий, сокращая потери, расходующие ресурсы, но не создающие ценности. Цифровые решения для производства являются мощным рычагом повышения производительности труда и энергоресурсоэффективности.

Вместе с тем, следует учитывать, что понятийный аппарат включает различные формулировки: цифровизация, автоматизация, информатизация, компьютеризация. Так на уровне производственных процессов имеет место автоматизация – замена ручного труда техническими средствами, регулирующими процессы подачи, использования, передачи, обработки ресурсов и данных. Процесс внедрения техники, обеспечивающей автоматизацию, подразумевает компьютеризацию. Автоматизация служит фундаментом цифровизации, которая имеет место на уровне управления процессами и операциями. Цифровизация реализуется посредством внедрения информационно-коммуникационных технологий, использующих цифровой актив – цифровой формат знаний о предприятии, процессах, ресурсах и т.д. Информатизация представляет собой процесс информационного обмена между блоком управления и внешними участниками (органы государственной власти, поставщики, клиенты, конкуренты и др.) [83]. Таким образом, существует сущностное различие между элементами цифровой трансформации, которая заключается в последовательном совершенствовании производственной системы путем

повышения скорости и эффективности информационного обмена в целях управления изменениями.

Цифровизация позволяет интегрировать производственные процессы в единую систему за счет замыкания операций и потоков данных в корпоративной системе. На современных предприятиях выстроена вертикальная структура программной поддержки управления изменениями – от АСУ ТП (автоматизированная система управления технологическим процессом) до ВІ (Business Intelligence, бизнес-аналитика) (рисунок 1.3.1).

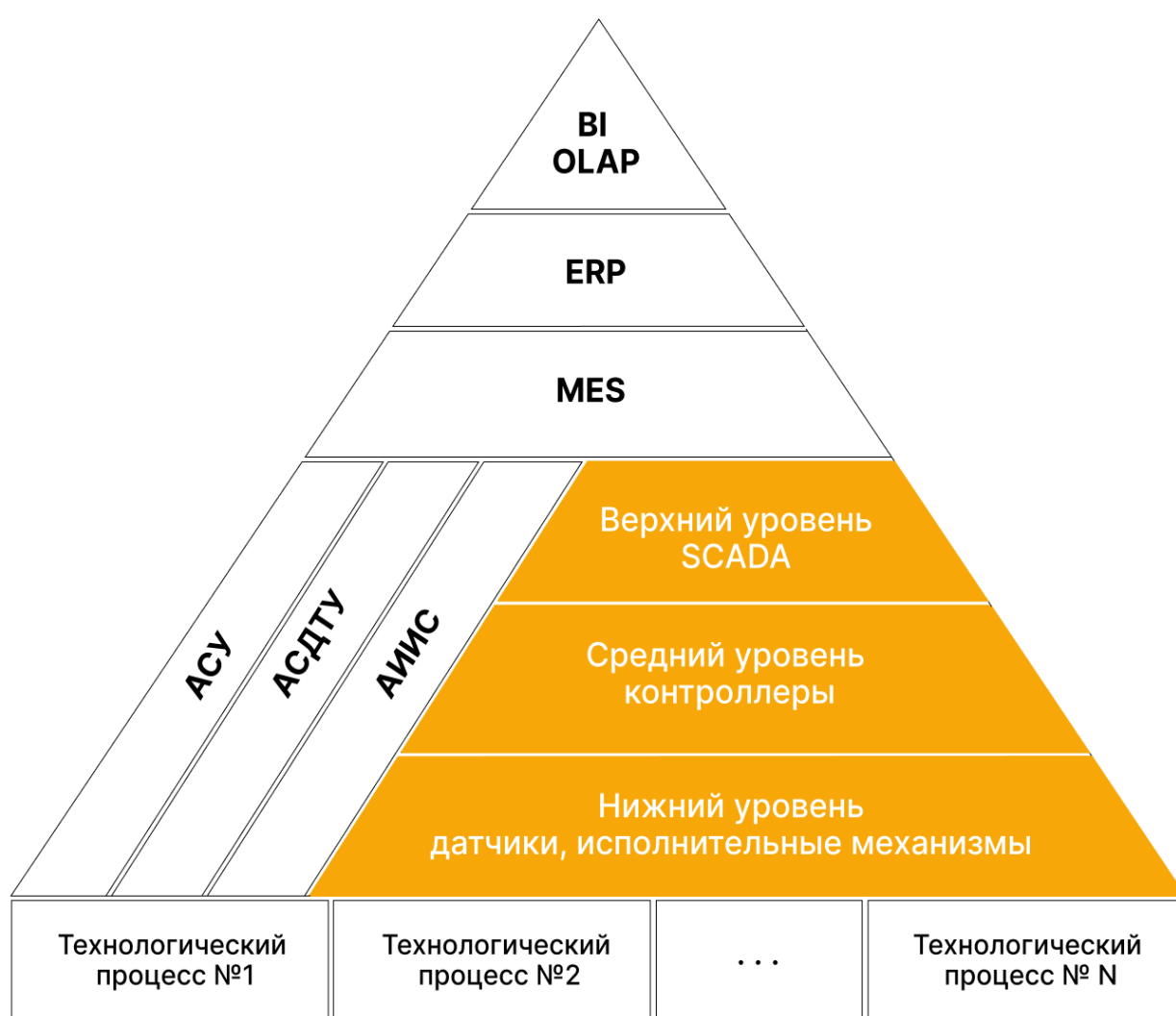


Рисунок 1.3.1 – Архитектура IT-ландшафта современного производственного предприятия [21]

1) АСУ ТП определяет оперативный уровень управления производством, включает контрольно-измерительные приборы, контроллеры, диспетчерское управление и сбор данных, охватывает производственные площадки (участки, цеха, производственные линии). На данном уровне осуществляется контроль работы оборудования, формируются данные о простоях и поломках оборудования. Субъектом управления выступает оператор.

Вершиной иерархии АСУ ТП и эффективным инструментом предиктивной диагностики является искусственный интеллект. На производственных площадках АО «ОХК «Уралхим» посредством технологий машинного обучения и искусственного интеллекта осуществляется мониторинг усталости операторов. Техническое оснащение процесса включает камеры видеонаблюдения, фиксирующие и анализирующие количество работников на смене, наличие индивидуальных средств защиты, концентрацию внимания работников, использование личных мобильных устройств и т.д. [79].

Машинное зрение позволяет своевременно выявлять дефектную продукцию, что сопровождается характерным сигналом и исключением бракованной единицы с производственной линии. Анализу подвергаются цвет, форма, размер, посторонние включения, маркировка и другие установленные характеристики эталонного продукта [71]. Отраслевыми примерами являются следующие: в производстве кабельно-проводниковой продукции робот-манипулятор исключает перекручивание кабеля при захвате и укладке; в металлургии технологии компьютерного зрения позволяют контролировать чистоту очистки чугуна; в производстве труб технология обеспечивает автоматизацию контроля качества за счет анализа скорости вращения и перемещения труб на предмет соответствия установленным технологическим параметрам и др. [135]. В 2023 году ПАО «СИБУР Холдинг» представило мобильный автоматизированный комплекс аудита работ (МАКАР) для мониторинга критически важных работ на производстве [82]. Применение технологий машинного зрения не ограничены отраслевой спецификой производственных процессов.

Отдельной областью применения искусственного интеллекта является система RTO (Real-time optimization), которая посредством встроенных алгоритмов оптимизирует технологический процесс и в режиме реального времени передает оператору необходимые сигналы либо самостоятельно координирует режим работы. На предприятиях ПАО «СИБУР Холдинг» применяется, в частности, для оптимального перераспределения сырья в процессе пиролиза с целью максимизации выпуска качественной продукции [122].

Другим направлением оптимизации является автоматизированный расчет оптимального химического состава для производства целевой продукции. ПАО «Ашинский металлургический завод» в 2019 году внедрило интеллектуальную систему оптимизации технологического процесса Datana Mash, которая на основе массива фактических данных рекомендует оптимальный расход дорогостоящих ферросплавов на основе прогностических моделей [135].

С точки зрения управления оборудованием искусственный интеллект позволяет прогнозировать поломку агрегата, предотвращать причины поломки, предупреждать возможные сбои в работе. В основе управления лежит обучение на большом количестве кейсов с аварийными ситуациями и инцидентами. Следствием является сокращение времени простоя, затрат на ремонтные работы, энергоресурсы, повышение объема выпуска готовой продукции, то есть существенное повышение эффективности производственных процессов (АО «Авиастар-СП», ОАО «Тверской вагоностроительный завод» и др.) [135]. В ПАО «СИБУР Холдинг» внедряется AI-ассистент инженера-диагноста, который генерирует релевантное решение проблемы неисправности оборудования, сформулированной оператором [82].

Смежным решением является моделирование цифрового двойника (цифрового близнеца), позволяющего воспроизводить виртуальную копию физического объекта, процесса, производства, осуществлять прикладные исследования с целью изучения поведения объекта моделирования под влиянием различных факторов. Завод двигателей ПАО «КамАЗ» использует цифровой двойник технологического процесса обработки деталей на станке с чис-

ловым программным управлением [81]; ПАО «Сегежа Групп» (лесопромышленный холдинг) внедрило цифровой двойник бумагоделательной машины, который на основе комплекса моделей определяет вероятность обрыва полотна, сбоя в работе оборудования, прогнозируя дату, время и причины сбоя, что позволяет координировать технологические параметры работы оборудования [135]; цифровой двойник месторождения, внедренный в деятельности ООО «Газпромнефть-Оренбург» и объединяющий модели пласта, скважин, инфраструктуры, направлен на повышение эффективности и безопасности добычи за счет оптимизации режима загрузки оборудования [80]; ПАО «СИБУР Холдинг» реализует широкий спектр областей использования цифрового двойника – имитационное моделирование производственных процессов, управление инженерными данными и прочее [82].

Таким образом, направления реализации искусственного интеллекта в производственных системах обширны и включают следующие области применения:

- автоматизация технологических линий, в том числе, сигналы об отклонениях, рекомендации по обслуживанию производственного оборудования;
- оптимизация производственного процесса с учетом целевой функции (максимизация объемов выпуска и качества производимой продукции) и ограничений по затратам сырья;
- оптимизация компонентов и ингредиентов для получения качественной продукции на основе рекомендательных моделей;
- контроль качества продукции;
- обеспечение безопасности труда на производственных участках;
- управление оборудованием (продление срока службы);
- мониторинг систем водоснабжения и водоотведения;
- сортировка отходов для вторичной переработки и др.

2) MES (Manufacturing Execution System) определяет тактический уровень и синхронизирует производственные процессы с верхним уровнем

управления предприятием, координирует и оптимизирует выпуск готовой продукции в режиме реального времени, позволяет эффективно использовать технологическое оборудование [17]. Программное обеспечение класса MES предназначено для повышения производительности труда, эффективного управления ресурсами, качественного планирования, повышения эффективности контроля качества продукции, поддержания бесперебойной работы производства, оптимизации запасов, отслеживания продукции и генеалогии. В условиях санкционных ограничений предприятия вынуждены реализовать переход к отечественным аналогам зарубежных MES-решений. Крупные производственные предприятия (ПАО «СИБУР Холдинг», ПАО «КамАЗ» и др.) инвестируют в разработку MES собственными структурными подразделениями и дочерними IT-организациями. Ключевым преимуществом программных продуктов класса MES является возможность реагирования на изменения – в номенклатуре производства, сырьевой базе, спецификации продукции, кадровом обеспечении.

За последнее десятилетие практическое применение получила также технология «Промышленный интернет вещей» (IIoT), которая представляет собой программно-аппаратный комплекс, включающий сеть датчиков и IIoT-платформу, передающий оператору данные с производственного оборудования, оповещающий об отклонении параметров от нормативного уровня. Такие наблюдения служат надежной базой для построения прогностических моделей. Например, опыт ПАО «СИБУР Холдинг» охватывает более 2000 датчиков интернета вещей [82].

ООО «Цифра» в 2019 году зарегистрировала российскую платформу промышленного интернета вещей Zyfra IIoT Platform [152]. Программное решение включает 7 функциональных сервисов (рисунок 1.3.2), позволяет оптимизировать производство, сформировать базу для создания цифровых двойников (изделий, заводов), обеспечить оперативное гибкое реагирование на изменения, надежную систему безопасности; применима в нефтегазовой, энергетической, металлургической, химической и других отраслях.

С 2020 года АО «ОХК «Уралхим» внедрил в систему управления производством решение MES, интегрирующее все филиалы Компании («Азот» (г. Березники, Пермский край), «КЧХК» (г. Кирово-Чепецк), «ПМУ» (г. Пермь) и АО «Воскресенские минеральные удобрения» (г.о. Воскресенск, Московская область)) на едином портале MES. Система агрегирует данные с производственных площадок по 100 000 параметрам, более 75 узлов учета расхода материалов [79].

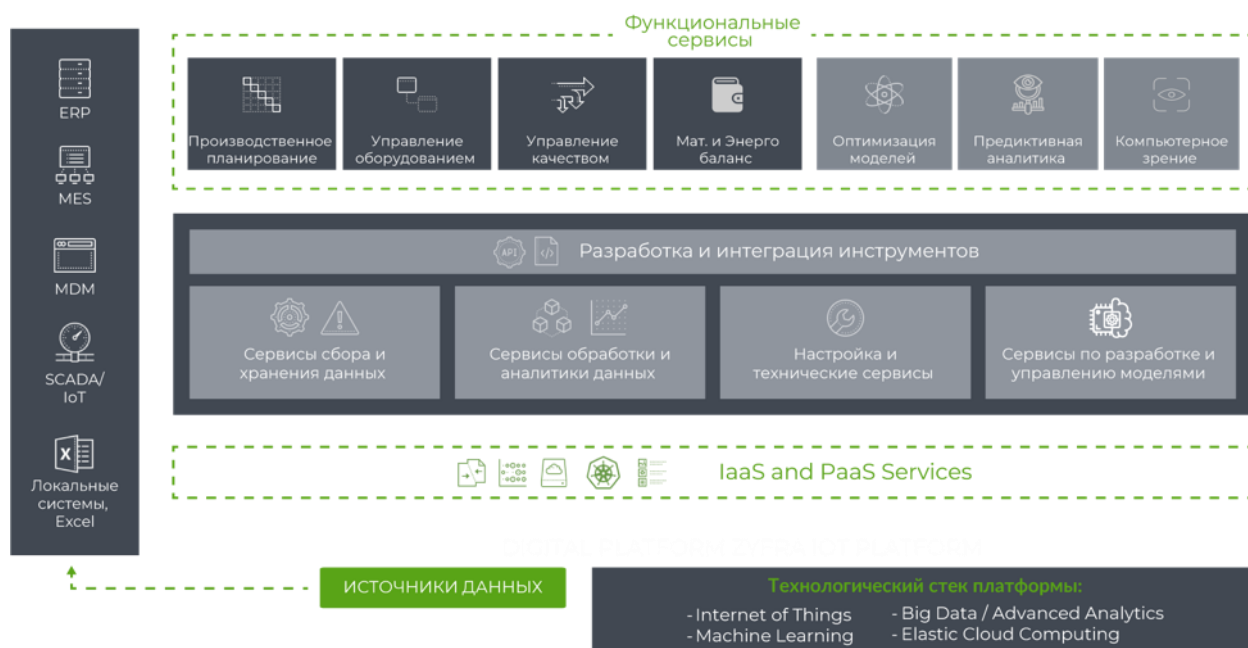


Рисунок 1.3.2 – Функционал Zyfra IIOT Platform [152]

ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» реализует технологию интернета вещей в целях удаленного управления и контроля нефтедобывающих площадок с использованием сети NB-IoT (Narrow Band Internet of Things). Удаленный контроль осуществляется за такими параметрами, как сила тока, напряжение, состояние насосов, давление на устье скважины и другие. Собранные полевые данные агрегируются на серверных мощностях корпоративной ИТ-системы. На основе сформированных big data формализуется модель умной скважины (цифровой двойник скважины), позволяющий оператору управлять технологическим процессом [65].

3) ERP-система отражает верхний уровень управления производственным предприятием и поддерживает процессы планирования ресурсобеспечения, в частности, на основе данных, поступающих из MES. ERP-система – наиболее infoёмкая база данных, подлежащих аналитической обработке на верхнем уровне информационной структуры предприятия.

4) Бизнес-аналитика (BI), оперативный многомерный анализ данных (OLAP) – инструменты, позволяющие в режиме реального времени обрабатывать большие массивы данных, осуществлять предиктивный анализ, формировать математические модели, прогнозировать параметры производственных процессов с учетом требований стратегии развития предприятия. На уровне BI происходит консолидация данных из различных баз данных, витрин данных, хранилищ, их объединение, обработка, визуализация, формирование отчетов. Пример аналитической процедуры представлен на рисунке 1.3.3, где источниками могут выступать ERP, CRM-системы и другие данные. При этом OLAP-технологии – это многомерные таблицы (кубы), оси которой отражают атрибуты объекта анализа.



Рисунок 1.3.3 – Аналитическая цепочка на платформе «1С:Предприятие» [8]

Вместе с тем OLAP-технологии не позволяют извлекать скрытые данные и закономерности, представляют собой оперативный анализ данных. Данный недостаток компенсируют технологии data mining (добыча данных), использование которых ориентировано на выявление нетривиальных, латентных, практически важных знаний об исследуемом объекте.

Обобщая вышесказанное, следует подчеркнуть, что опыт цифровизации производственных процессов, их интеграции в единую корпоративную IT-платформу, у предприятий различается, что обусловлено технологической спецификой, стратегическими целями и задачами предприятия. Архитектура IT-ландшафта ПАО «СИБУР Холдинг» включает уровень RTO (оптимизация в реальном времени), предназначенная для формулирования производственных заданий с учетом технологических расчетов, производственных ограничений, экономического аспекта и на основе высокоточных моделей. Данная архитектура – основа цифровой модели завода (рисунок 1.3.4).

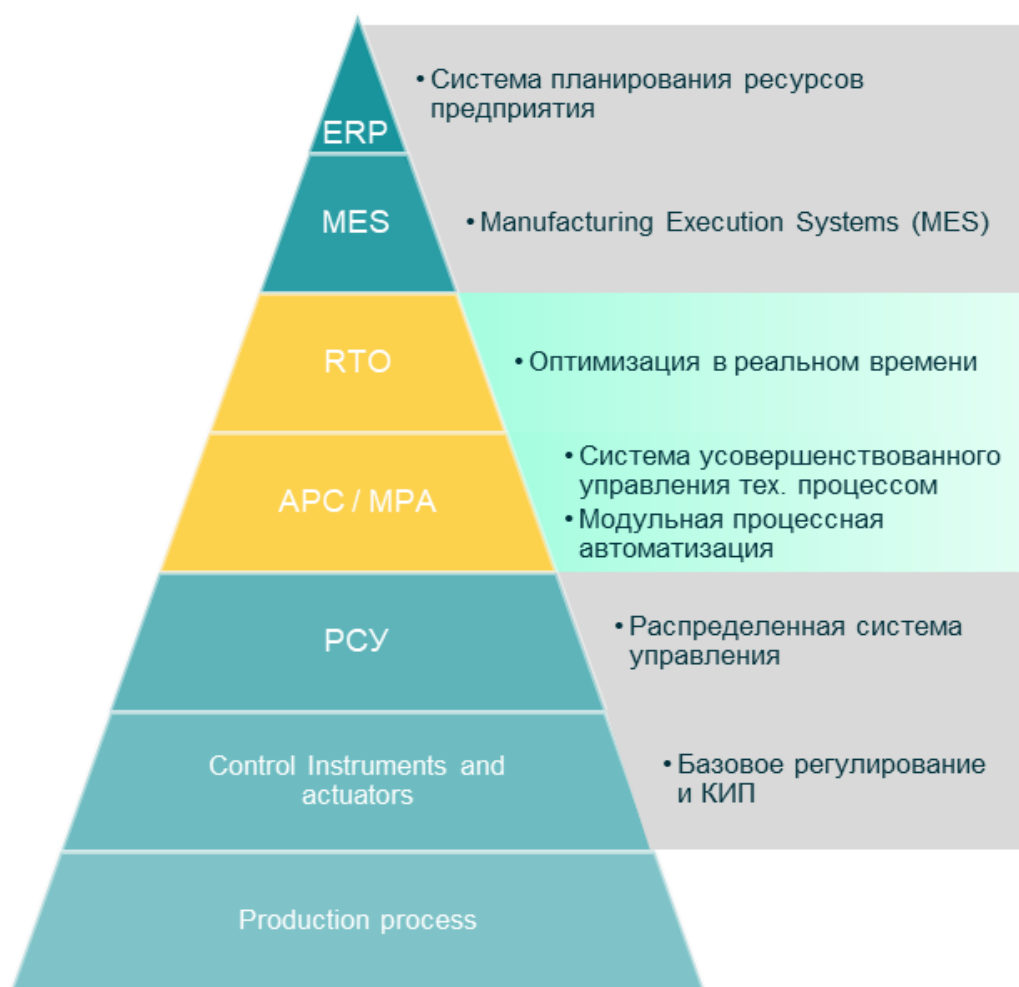


Рисунок 1.3.4 – Место RTO в системе управления производством ПАО «СИБУР Холдинг» [122]

Модульная процедурная автоматизация (МРА) – это программное решение, которое декомпозирует процессы на операции и задачи, алгоритмизирует их, и позволяет комбинировать выделенные элементы в соответствии с внешними изменениями. В результате отбор лучших практик позволяет автоматизировать построение наилучшей альтернативы процедурного управления технологическими процессами. В настоящее время программа внедряется на производстве поликарбонатов (ПАО «Казаньоргсинтез», входящее в ПАО «СИБУР Холдинг»), ожидается эффект в части повышения энергоэффективности и объема выпуска нефтехимической продукции [82].

Распределенная система управления (РСУ) – это ядро автоматизированной системы управления технологическим процессом, реализующие функции управления, визуализации, регистрации, отчетности.

Таким образом, архитектура IT-ландшафта предприятия (рассмотренная на примере ПАО «СИБУР Холдинг») автоматизирует сбор, анализ, моделирование данных снизу вверх, оптимизирует технологические параметры в соответствии с установленными нормативами (сверху вниз), формируя в целом цифровую платформу управления производственной системой.

Суммируя понятийный аппарат цифровой трансформации производственных процессов, выделим ряд понятий, которые описывают ядро IT-ландшафта предприятия: «big data», «data set», «data mart», «data lake», «data mining», «data-driven», «data science».

1) «Big data»: большие данные, обширные массивы структурированных и неструктурированных данных, в целом характеризующиеся «тремя V» – volume (объем), velocity (скорость), variety (многообразие). Являются информационным базисом прогностических и рекомендательных моделей. Сбор больших данных, в частности, осуществляется посредством измерительных приборов и устройств, установленных на производственном оборудовании.

2) «Data set»: набор (коллекция) данных как результат обработки и структурирования исходных данных, представленный в виде таблицы, где строки – это объекты наблюдения, столбцы – признаки, служит источником

для машинного обучения. Параметрами data set являются размерность (число признаков), разреженность (наполненность, ненулевые ячейки), разрешение (возможность обнаружения закономерностей при достаточной детальности данных).

3) «Data mart»: витрина данных, база специализированных однородных данных, предназначенная для решения конкретной задачи определенной предметной области. Витрина данных отличается от хранилища данных невысоким объемом хранимой информации, высокой скоростью доступа к данным, их высокой достоверностью, что в совокупности снижает время на обработку данных в витрине, упрощает процесс реструктуризации данных в условиях изменений.

4) «Data lake»: озеро данных (альтернатива витрине данных), хранилище структурированных и неструктурированных данных всех форматов, способное агрегировать «сырую» информацию с разных источников без предварительной обработки и с высокой скоростью. Такой подход к хранению данных не ограничен во времени, позволяет повысить точность и полноту моделей машинного обучения, обеспечить ёмкую информационную базу для решения будущих задач с учетом динамических изменений во внутренней и внешней среде производственной системы. Представляет высокую практическую ценность для предприятий обрабатывающей промышленности, информационная база которых отличается чрезвычайной ёмкостью и непрерывно аккумулирует большие объемы данных разной размерности с контрольно-измерительных приборов.

5) «Data mining»: добыча данных, интеллектуальный анализ больших данных, реализуемый посредством различных методов моделирования, включая деревья решений, искусственные нейронные сети, статистические методы и др.

6) «Data-driven»: «управляемый данными», подход к управлению изменениями, основанный на анализе больших данных. Применим к управлению качеством продукции, сроками производства и другими аспектами организа-

ции производственных процессов. Иными словами, данная концепция лежит в основе системы поддержки принятия решений, позволяет повысить объективность реализуемых мер в условиях интегрированного управления процессами.

7) «Data science»: наука о данных, обобщающая принципы и алгоритмы применения научных методов к управлению информационными потоками; междисциплинарная область, образованная на стыке знаний системного анализа, математики, статистики, программирования, машинного обучения, включает перечисленные выше категории цифровой трансформации предприятия. В контексте организации производства позволяет стабилизировать технологические процессы, повысить их производительность, безопасность, улучшить условия труда, экологические показатели.

Таким образом, 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.

2 КОНЦЕПЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

2.1 Современные модели организации интегрированных систем менеджмента

Обеспечение высокого уровня качества товаров, соблюдение требований безопасности и охраны окружающей среды являются необходимым условием для поддержания и повышения конкурентоспособности предприятиями в условиях ее усиления и глобализации.

Наиболее востребованными и получившими распространение на промышленных предприятиях являются интегрированные системы менеджмента, которые объединяют в единое целое следующие стандарты и нормативные требования:

- ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования» [28];
- ГОСТ Р ИСО 14001-2016 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению» [27];
- ГОСТ Р 54934-2012/ OHSAS 18001:2007 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования» [25].

Системы управления и организации производства за рубежом несколько отличаются от отечественных, по этой причине исследования зарубежных ученых невозможно полностью перенести на российские условия, что обуславливает актуальность научных исследований по вопросам адаптации новых подходов к управлению российскими предприятиями в современных условиях их существования. В настоящее время теория процессного подхода в управлении предприятиями нефтехимического комплекса является одним из основных направлений устойчивого развития промышленных предприятий [129].

Процессный подход лежит в основе нескольких эффективных концепций по совершенствованию работы предприятий. В современных условиях

выделяют следующие направления, использующие теорию процессного подхода в роли ключевого подхода по повышению результативности деятельности, в том числе концепцию всеобщего менеджмента качества (рисунок 2.1.1).

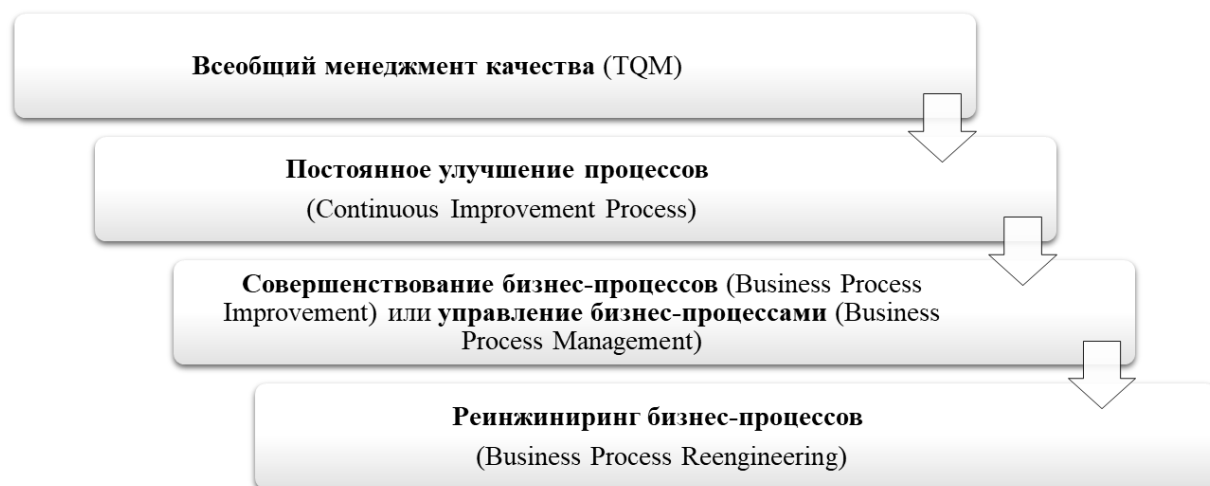


Рисунок 2.1.1 – Концепции, основанные на процессном подходе [129]

Интегрированную систему менеджмента можно представить, как парадигму, которая на добровольной основе объединяет социальные, экономические и экологические аспекты деятельности промышленного предприятия, включая охрану труда работников, обеспечение промышленной и информационной безопасности, поддержание добросовестных партнерских отношений с потребителями и поставщиками. Она включает в себя такие организационную структуру, процессы управления, ресурсы, методы и инструменты управления.

Интегрированные системы менеджмента обеспечивают больше преимущества для предприятий, чем внедрение отдельно взятых стандартов, которые могут дублировать функции и бизнес-процессы. В связи с этим возникает необходимость разработки единого стандарта управления интеграцией. Такими стандартами являются: Britain-PAS 99, подготовленный с учетом шести общих условий Руководства 2 ИСО, предназначенный для формирования основы организации в процессе интеграции; Denmark DS 8001 – включает

подходы, отражающие особенности стандартов ISO 9001 и ISO 14001, а также подходы модели Европейского фонда управления качеством; Spain-AENOR – также основан на ISO 9001 и ISO 14001, предлагающие два типа интеграции – частичная и полная.

В зависимости от специфики деятельности организации и ее потребностей выделяют несколько моделей организации интегрированных систем менеджмента (таблица 2.1.1).

Таблица 2.1.1 – Систематизация основных моделей организации интегрированных систем менеджмента (обобщено автором на основе данных [16,34,44,45,72,88,121,148,151])

Модель	Характеристика	Преимущества	Недостатки
«Пирамида»	основана на принципе иерархии, где каждый уровень системы соответствует определённому аспекту деятельности организации	интеграция различных стандартов; согласованность целей и задач; улучшение коммуникации; повышение эффективности	сложность внедрения, необходимость обучения персонала, риск потери гибкости
«Матрица»	процессы и функции организации распределяются по осям матрицы, а затем определяются взаимосвязи между ними, что позволяет выявить области пересечения различных систем управления и определить, какие элементы каждой системы могут быть интегрированы	позволяет объединить различные системы управления в одну интегрированную систему; обеспечивает более эффективное использование ресурсов организации; способствует повышению эффективности управления организацией; помогает выявить области улучшения в системах управления	требует значительных усилий и времени для разработки и внедрения; может привести к усложнению системы управления; не всегда обеспечивает полную интеграцию всех систем управления
«Система сбалансированных показателей»	предполагает использование ключевых показателей эффективности (KPI), которые позволяют оценить результаты деятельности организации по четырём направлениям: финансы, клиенты, внутренние бизнес-процессы и обучение и развитие персонала	помогает компаниям сосредоточиться на наиболее важных аспектах своей деятельности и обеспечить их согласованность со стратегическими целями	неграмотно определенные цели ведут к снижению эффективности деятельности
Модель на основе стандартов ISO	позволяет предприятиям получить сертификацию	улучшение эффективности управления; снижение	значительные усилия и ресурсы для внед-

	по нескольким стандартам одновременно, что может быть экономически выгодным	ние рисков и затрат; повышение конкурентоспособности	рения и поддержания системы
Модель, основанная на принципах TQM (Total Quality Management)	позволяет создать систему, которая обеспечивает высокое качество продукции и услуг, а также удовлетворение потребностей клиентов	способствует повышению качества продукции и услуг, а также улучшению финансовых результатов	не является универсальной и может потребовать адаптации под конкретные условия и потребности организации.
Модель «Дом качества»	инструмент для анализа требований потребителей и разработки продукции или услуг, соответствующих этим требованиям	может помочь компаниям обеспечить удовлетворение потребностей клиентов и повысить свою конкурентоспособность	не является универсальным решением для всех проблем управления качеством
Модель PDCA (Plan-Do-Check-Act)	предполагает планирование изменений, их реализацию, проверку результатов и корректировку действий при необходимости	позволяет обеспечить постоянное совершенствование системы и её адаптацию к изменяющимся условиям	требуется обучение персонала и создание соответствующей инфраструктуры
Модель Lean Production	направлена на сокращение потерь и повышение эффективности производства	позволяет снизить затраты, повысить качество продукции и улучшить обслуживание клиентов	требует значительных усилий и времени, а также изменения корпоративной культуры и мышления сотрудников

Европейским фондом управления качеством была разработана модель, которая могла использоваться в системе качества предприятиями различных отраслей экономики. Модель предполагает, что предприятия сами оценивают свои возможности и результаты, и определяют свое текущее место на рынке, что позволит разработать стратегии для повышения качества процессов. Модель включает в себя 9 критериев (рисунок 2.1.2).

Все стандарты и модели имеют одинаково важное значение, так как у каждой модели есть свои преимущества. Потребность в разработке новых моделей интегрированных систем менеджмента в условиях глобализации и усиления конкуренции становится все более актуальной.

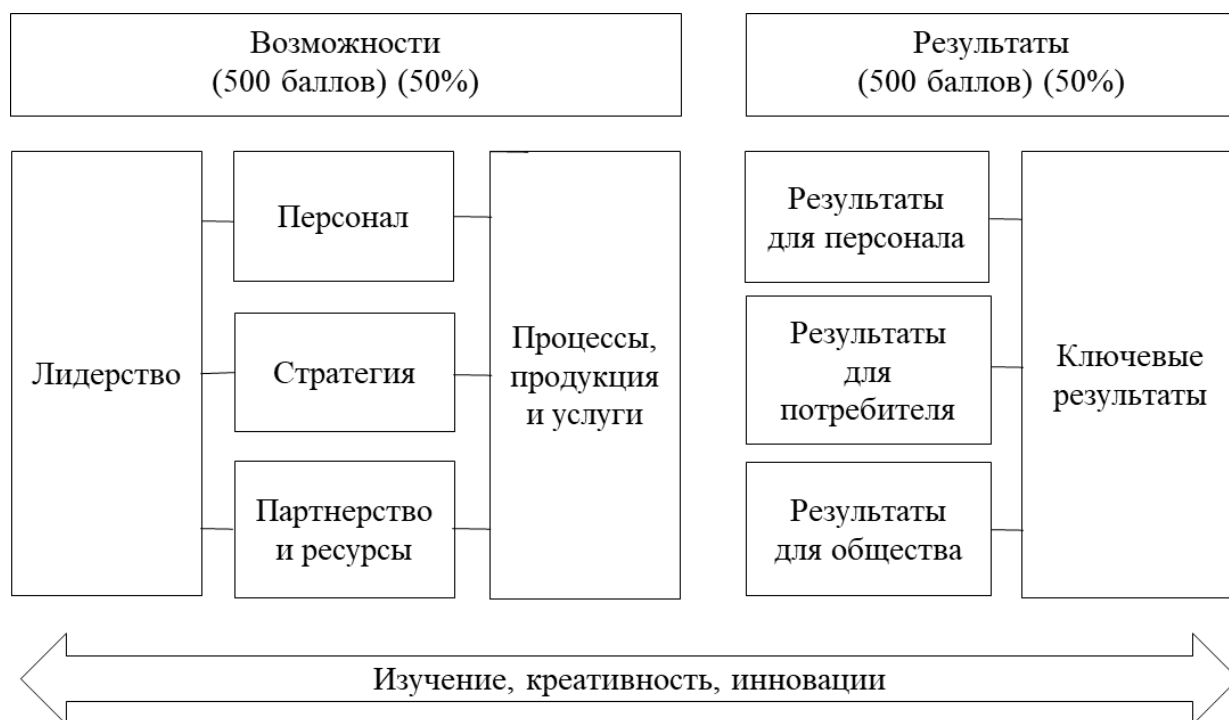


Рисунок 2.1.2 – Модель Европейского фонда управления качеством [121]

В исследованиях в настоящее время присутствует множество моделей организации интегрированных систем менеджмента, однако требуется адаптация под особенности деятельности непрерывных производственных систем, что является предпосылкой в дальнейших параграфах работы разработать квантовую модель цифровой трансформации интегрированной системы менеджмента.

2.2 Развитие модели PDCA с учетом концепции квантового взаимодействия

Интегрированная система менеджмента накладывает определенные требования на систему управления процессами и операциями в производственной системе. Каждый стандарт, включенный в интегрированную систему менеджмента, отличается специфичными информационными и материальными потоками. Их циркулирование определено стандартами в области менеджмента качества, менеджмента профессионального здоровья и безопасности, экологического менеджмента. Опираясь на содержание стандар-

тов, целесообразно интегрировать циклы PDCA отдельных систем менеджмента в единую структуру (рисунок 2.2.1).

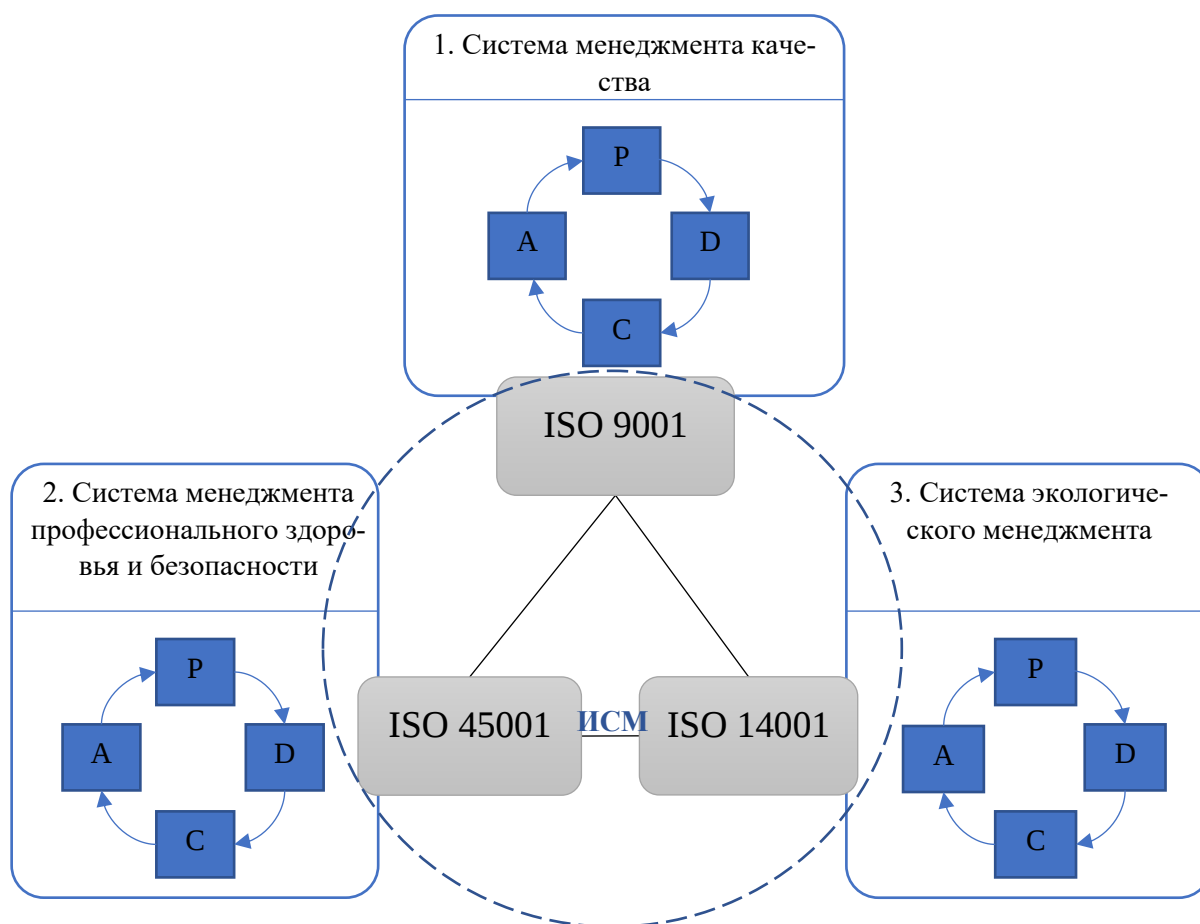


Рисунок 2.2.1 – Композиция интегрированной системы менеджмента предприятия и ее связь с циклом PDCA (обобщено автором)

При этом каждая система особенна в части содержания элементов цикла PDCA. Рассмотрим каждую систему и ее процесс более подробно.

1) Система менеджмента качества (рисунок 2.2.2). В условиях локализации производства факторами первостепенной важности являются источники ресурсов и технологий. Как следствие, система процессов и операций предприятия планируется не только с учетом результативности, но и использования отечественных или собственных технологических решений. Исходя из этого немаловажным является обеспечение безопасности данных, стабильного производства вне зависимости от поставщика программных продуктов.

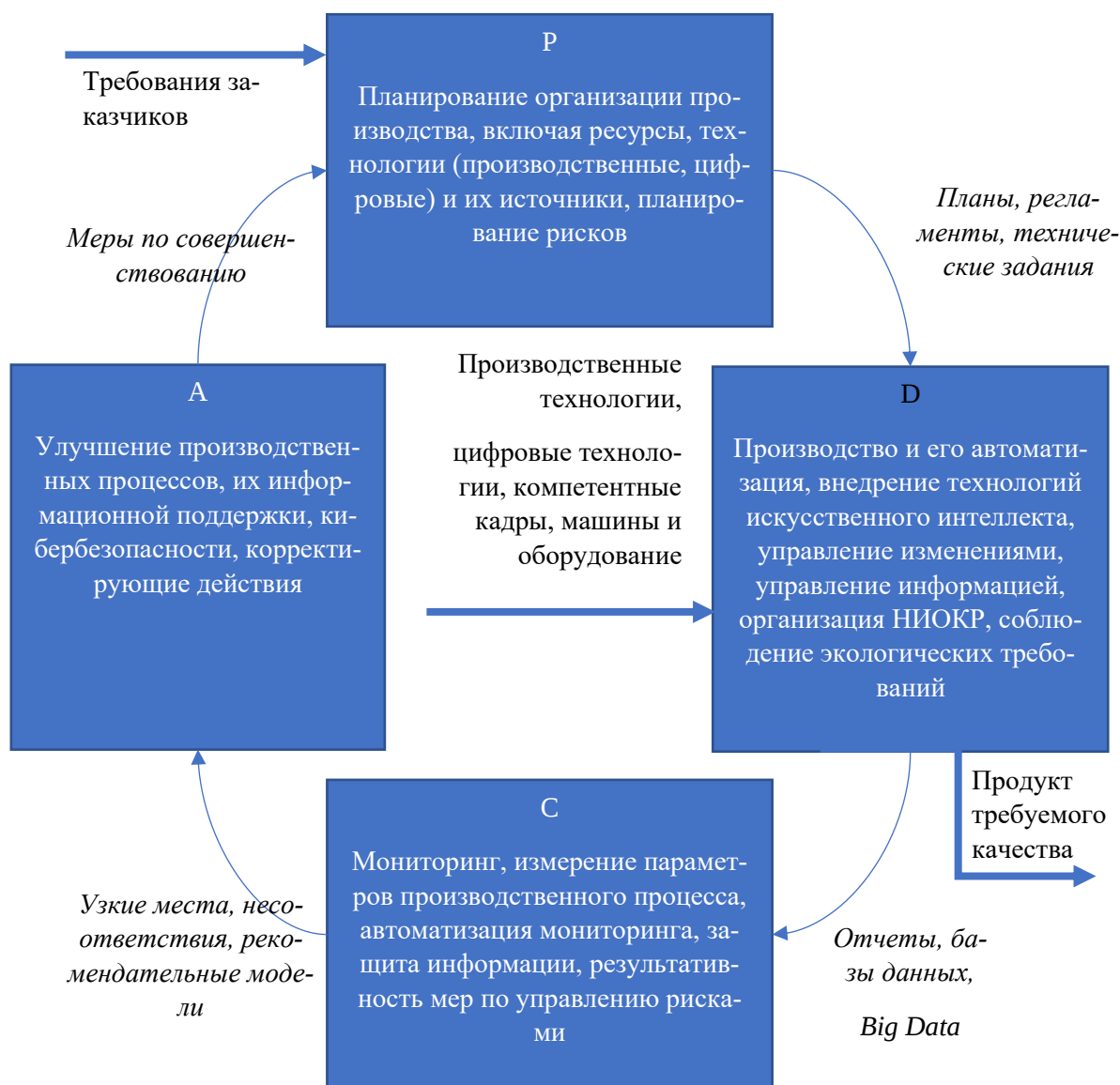


Рисунок 2.2.2 – Цикл PDCA в рамках системы менеджмента качества
(обобщено автором)

2) Система менеджмента профессионального здоровья и безопасности (рисунок 2.2.3). Повышению эффективности системы охраны труда способствуют цифровые технологии, обеспечивающие оперативное реагирование на отклонение. Как следствие, автоматизация процессов повышает безопасность труда на производственных участках.

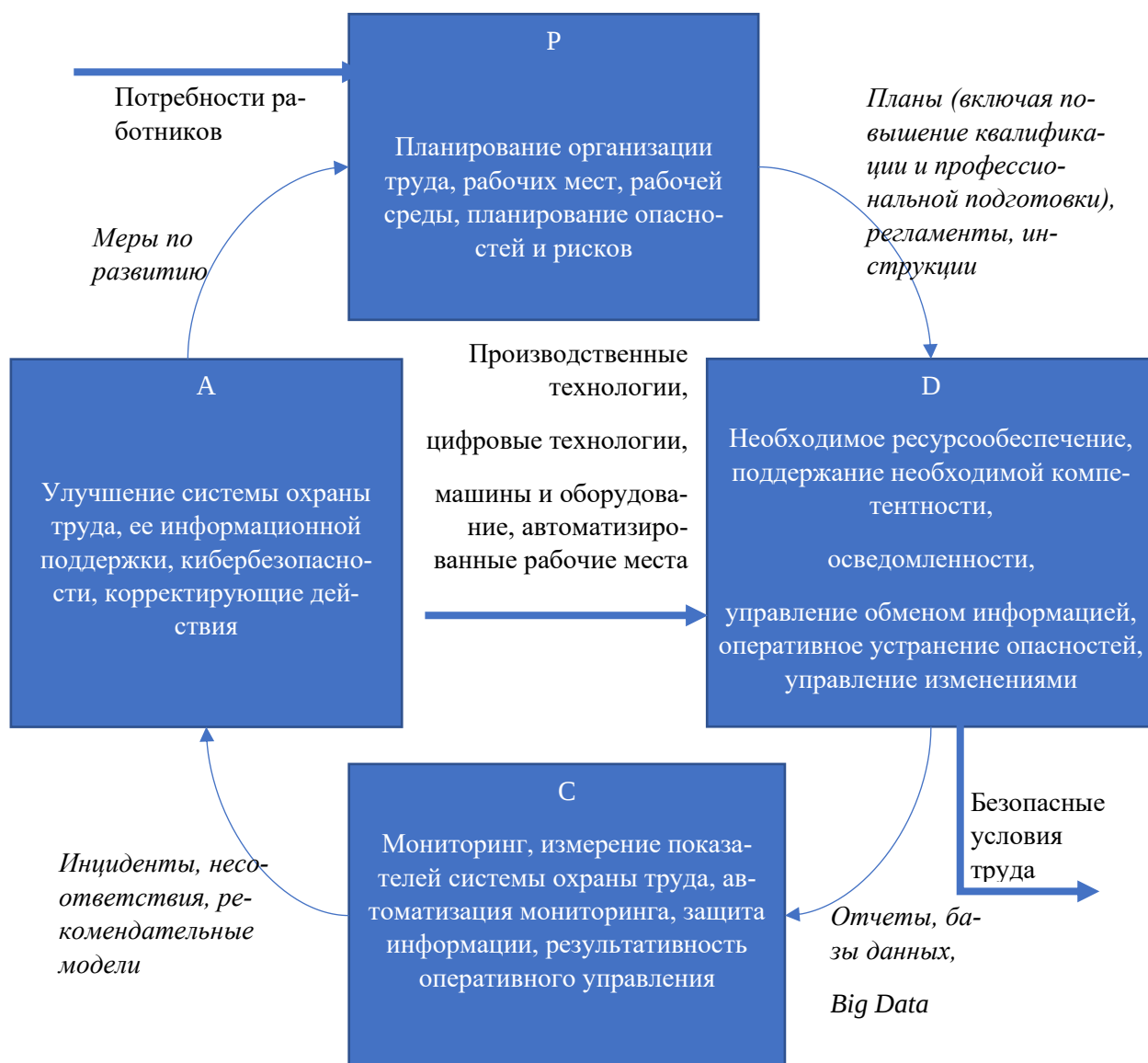


Рисунок 2.2.3 – Цикл PDCA в рамках системы менеджмента профессионального здоровья и безопасности (обобщено автором)

3) Система экологического менеджмента (рисунок 2.2.4). Качество организации производственных процессов охватывает экологическую компоненту как неотъемлемый элемент устойчивого развития производственной системы. Экологические цели включают обеспечение низкоуглеродной продукции (углеродной нейтральности), утилизации отходов, взаимодействие с поставщиками и клиентами по вопросам устойчивого развития и рециклинга конечной продукции.



Рисунок 2.2.4 – Цикл PDCA в рамках системы экологического менеджмента (обобщено автором)

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. Как следствие, имеет место квантовая модель производственного менеджмента. Рассмотрим более подробно данные аспекты формирования нового подхода к описанию интегрированной системы менеджмента.

1) Положения квантовой (волновой) механики. В своей работе Н.П. Беляцкий аргументировал наложение квантовой механики на развитие менеджмента, а также особенности квантового менеджмента [14]:

- фокусирование не на субъектах и объектах управления, а на среде их взаимодействия;

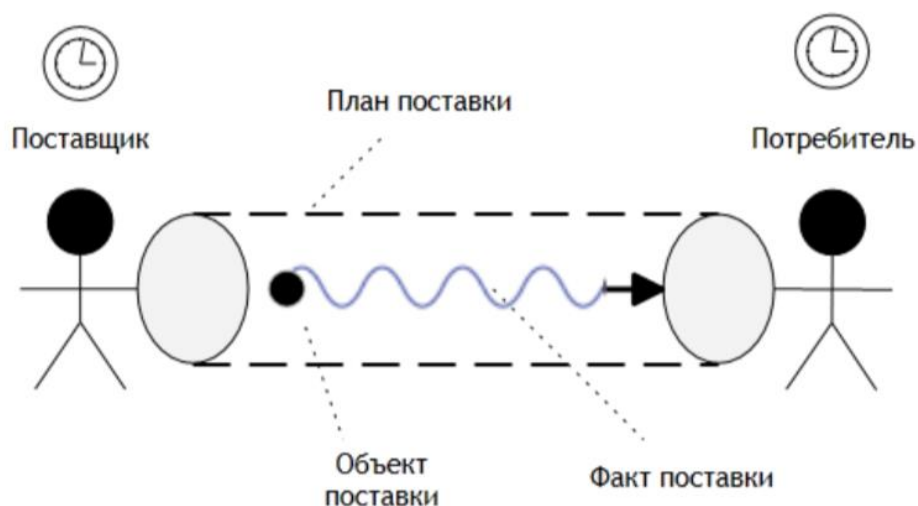
- задача распространения кванта знаний: их совокупность представляет собой организационные знания, масса которых определяется современными технологиями и скоростью распространения информации;

- вероятности как ключевой атрибут, а не характеристики объектов управления;

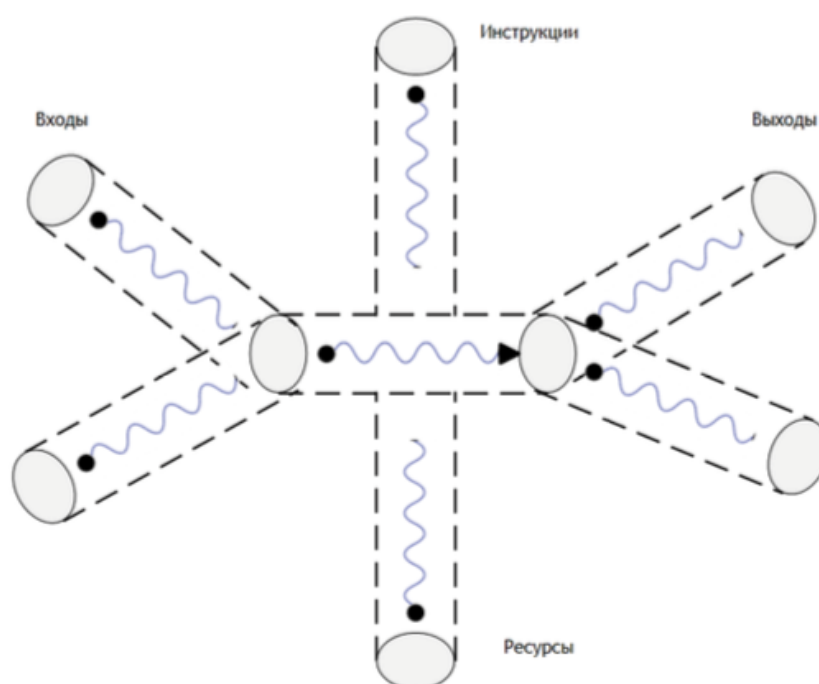
- законы управления изменениями.

Как следствие, квант знаний (квант информации) является фундаментальной основой принятия управленческих решений на разных уровнях производственной системы. Цифровые инструменты способствуют ускорению распространения и обработки данных, «дают» импульс информационному обмену между субъектами. В контексте интегрированной системы менеджмента речь идет об обмене знаниями как внутри отдельных систем менеджмента, так и в рамках их интеграции. Агрегирование информации (квантов знаний) способствует накоплению набора данных (data set) и их обработке с применением комплекса методов исследования. Следствием обработки данных является разработка рекомендательных моделей повышения эффективности производственных процессов.

2) Кванты взаимодействия. Их обоснованность с позиции менеджмента раскрыта в работах О.Т. Захарчука, который трактует квант взаимодействия как фундаментальную частицу, лежащую в основе операций, процессов, видов деятельности, т.е. информационный объект (рисунок 2.2.5) [31]. Как следствие, совокупность квантов взаимодействия образует операцию или процесс.



а) Интерпретация модели процесса



б) Процесс как совокупность квантов взаимодействия

Рисунок 2.2.5 – Представление о кванте взаимодействия (О. Т. Захарчук) [39]

Идеи О.Т. Захарчука и Н.П. Беляцкого послужили основанием для построения квантовой интегрированной системы менеджмента, 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. 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 интегрированную систему менеджмента как систему, которая представляет собой преобразователь информационных потоков: где на входе потоки планов и требований, а на выходе – поток результатов (рисунок 2.2.6).



Рисунок 2.2.6 – 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 интегрированной системы менеджмента (ИСМ).

Потоки данных характеризуются:

- 1) скоростью поставки информации в точку принятия решений;
- 2) объемом информации;
- 3) качеством информации (полнота, достоверность, релевантность);
- 4) формат (электронный, бумажный).

Ресурсы и инструменты рассматриваются не как таковые, а как поток информации о них, включая такие параметры, как план ресурсообеспечения, 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.). Таким образом, принимаемые в рамках реализации процесса решения – это потоки энергии, мощность которых определяется качеством решения.

Автоматизированная система измерения, сбора, обработки и вывода данных способствует структурированию информационных потоков и снижению энтропии производственной системы. При этом значение энтропии открытых систем (участков, цехов, между которыми циркулируют потоки материальные и информационные) ниже энтропии закрытых; в первом случае имеет место упорядоченность и самоорганизация, во втором – дезорганизация [83]. Как следствие, существует такое стационарное (идеальное) состояние производственной системы, при котором энтропия равна 0, а энтропия

интегрированной системы ниже суммарной энтропии составляющих ее элементов [55].

Тогда величина энтропии производственной системы в условиях интегрированной системы менеджмента ($S_{ИСМ}$) составит:

$$S_{ИСМ} = (S_1 + S_2 + S_3) - \Delta S_{син}, \quad (2.2.1)$$

где S_1 , S_2 , S_3 – энтропия производственной системы в условиях функционирования систем менеджмента качества, менеджмента профессионального здоровья и безопасности, экологического менеджмента соответственно;

$\Delta S_{син}$ – энтропия, уменьшенная за счет эффекта синергии.

Энтропия квантовой модели интегрированной системы менеджмента определяется двумя важными факторами:

- 1) степенью открытости системы (внутренней и внешней кооперации вдоль цепочек создания стоимости);
- 2) объемом информации, извлекаемой и обрабатываемой в процессе мониторинга производственных операций.

Однако отметим неоднозначность причинно-следственных связей между энтропией и объем данных (квантами знаний). С одной стороны, чем более массивным является поток информации, тем сложнее его наиболее полно учесть, обработать (что может способствовать дезорганизации производственной системы в условиях ИСМ). С другой стороны, 1 квант знаний может представлять исключительную ценность относительно всего потока данных в силу непредсказуемости описываемой ситуации (например, авария, инцидент, травмы), как следствие, повышение вероятности поддержания упорядоченной структуры элементов производственной системы.

Цифровые инструменты организации производственных процессов способствуют упорядочению системы, обеспечивая возможность предсказания неопределенности и сдерживания роста энтропии. Интеграция систем

менеджмента, автоматизированная на корпоративном уровне, является неотъемлемым элементом упорядоченной производственной системы.

Учитывая цифровой опыт СИБУРа и обоснованную квантовую модель интегрированной системы менеджмента, предлагается сопряженная схема автоматизации производственной системы (рисунок 2.2.7).

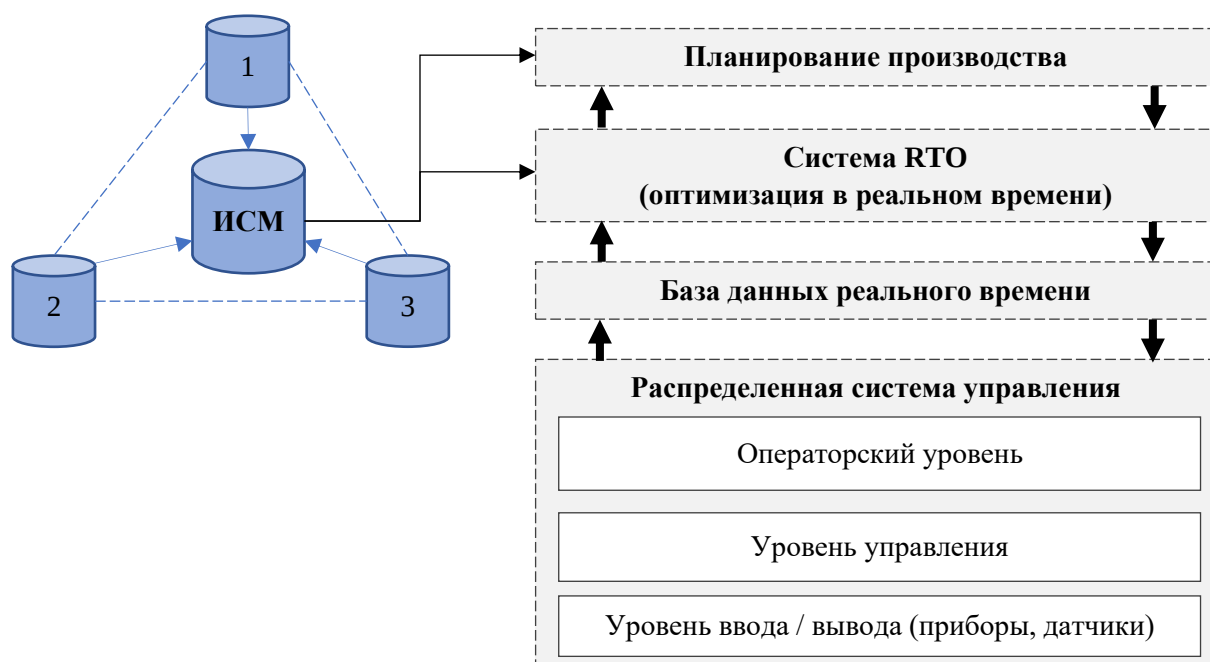


Рисунок 2.2.7 – Автоматизация производственного процесса с учетом требований интегрированной системы менеджмента
(дополнено автором на основе [122])

Нижний уровень распределённой системы (уровень ввода / вывода) фиксирует кванты знаний (информации) с помощью полевых измерений датчиками, приборами, сенсорами; уровень управления – агрегирует и обрабатывает потоки данных посредством контроллеров; операторский уровень – контролирует функционирование производственной системы, объединяет операторские рабочие станции, агрегирует данные, поступающие от контроллеров. База данных реального времени отвечает за оперативную обработку и хранение данных, обеспечивая возможность эффективно реагировать на изменения. Система RTO (Real-time optimization) позволяет управлять

технологическими ограничениями за счет функции оптимизации, перераспределяющей загрузку производства. Предлагается объединить систему оптимизации и квантовую модель интегрированной системы менеджмента потоками данных, подлежащих учету в контексте планирования производства и оптимальной настройки распределенной системы управления. Иными словами, система RTO учитывает требования интегрированной системы менеджмента, скорость, объемы, качество и формат данных, циркулирующих между системой управления и производственной системой; принимает данные требования в качестве ограничений при автоматизированном решении задач оптимизации.

Комплексная оценка интегрированной системы менеджмента может осуществляться по направлениям:

- НИОКР: разрабатываемые предприятием проекты и патенты должны отвечать требованиям всех трех систем менеджмента;
- цепочки создания стоимости, включая мониторинг закупок и реализации произведённой продукции;
- сертификации производственных площадок по трем системам менеджмента качества.

При этом функционирование модуля ИСМ подчиняется ключевым принципам системотехники: физичности, моделируемости и целенаправленности.

1) Принцип физичности проявляется в том, что производственная система (в условиях ИСМ):

- подчиняется физическим законам, представляет собой совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, отличается системным свойством супераддитивности (эффект ИСМ выше суммарного эффекта отдельных ее составляющих), обеспечивает возможность формирования качественно новой базы данных (постулат целостности);
- имеет специфические метрики, характерные для отдельных систем менеджмента (постулат автономности).

2) Принцип моделируемости отражает возможность описания производственной системы, ее элементов, закономерностей развития (в условиях ИСМ) с помощью функциональных и математических моделей, при этом отмечается:

- разнообразие свойств, проявляющихся в альтернативных ситуациях (постулат дополнительности);
- точность диагностики системы определяется степенью неопределённости (постулат неопределенности).

3) Принцип целенаправленности идентифицирует вектор развития производственной системы по достижению целей в условиях ИСМ, как следствие:

- имеет место выбор альтернативы траектории развития и адаптации к внешним возмущениям в зависимости от внутреннего потенциала и доступности ресурсов (постулат выбора).

Таким образом, разработана 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.

2.3 Концептуальные модели оценки эффективности интегрированных систем менеджмента производственных систем

Любые изменения, реинжиниринг процессов, их трансформация, направленные на модернизацию и улучшения деятельности предприятия в

целом, сопряжены с риском. Это относится и к проектам по внедрению интегрированных систем менеджмента на промышленных предприятиях.

Применительно к промышленному предприятию сгруппируем возможные причины возникновения рисков внедрения интегрированной системы менеджмента и представим в виде схемы (рисунок 2.3.1).



Рисунок 2.3.1 – Возможные причины возникновения рисков внедрения интегрированной системы менеджмента (обобщено автором)

Соответственно, следует сгруппировать направления нейтрализации рисков внедрения интегрированной системы менеджмента на промышленных предприятиях, проведения превентивных мероприятий по их ликвидации, что представлено на схеме (рисунок 2.3.2).



Рисунок 2.3.2 – Направления нейтрализации рисков внедрения интегрированной системы менеджмента (обобщено автором)

В целях дальнейшего снижения вероятности возникновения рисков внедрения интегрированной системы менеджмента следует разработать реестр рисков по ГОСТ Р 51901.22-2012 «Менеджмент риска. Реестр риска. Правила построения» [24], который будет включать информацию для принятия управленческих решений (рисунок 2.3.3).



Рисунок 2.3.3 – Информационный массив реестра рисков при внедрении интегрированной системы менеджмента (обобщено автором)

Иная классификация рисков при внедрении интегрированной системы менеджмента позволяет сгруппировать данные виды риска по следующим направлениям:

1) риски планирования проекта – риски, связанные с неверными сроками планирования по внедрению проекта и его завершению, неправильный отбор персонала для осуществления проекта, неверный выбор набора функционала интегрированной системы менеджмента, нехватка инвестиций на реализацию проекта и ошибки нормативно-методического и консультационного обеспечения;

2) технологические риски – размывание компетенции и ответственности исполнителей, подразделений и т.п. из-за большого числа функций интегрированной системы менеджмента, повышение трудоемкости операций по переносу отдельных систем менеджмента в единую систему;

3) организационные риски – риск сопротивления организационным изменениям, недостаток внимания высшего руководства предприятия к реали-

зации проекта, недостаток внимания к процессному и проектному подходам к управлению;

4) информационные риски – наличие коммуникационных барьеров, недостаток пропускной способности информационных систем.

Проект по разработке и внедрению интегрированной системы менеджмента 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 интегрированной системы менеджмента на промышленном предприятии будем понимать 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, будем понимать способность предприятия покрывать первоначальные затраты на реализацию проекта по разработке и внедрению интегрированной системы менеджмента за счет полученных положительных результатов, т.е. когда эффект (отдача, результат) превышает затраты (инвестиции, издержки). 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 научной литературе существуют различные методические подходы к оценке результативности и эффективности интегрированной системы менеджмента промышленного предприятия. Назовем некоторые из них:

- определение результативности интегрированной системы менеджмента методом балльных оценок по определенным индикаторам;
- метод нормирования оценки результативности интегрированной системы менеджмента на основе расчета индексов нормирования;

– методический подход к самообследованию и самостоятельной оценке результативности и уровня зрелости интегрированной системы менеджмента предприятия;

– комплексные подходы и методики к оценке интегрированной системы управления качеством предприятия [18,42,124,128,149].

В общем виде можно выделить совокупность последовательно-идущих этапов оценки результативности и эффективности внедрения интегрированной системы менеджмента на промышленном предприятии, что отражено на схеме (рисунок 2.3.4).

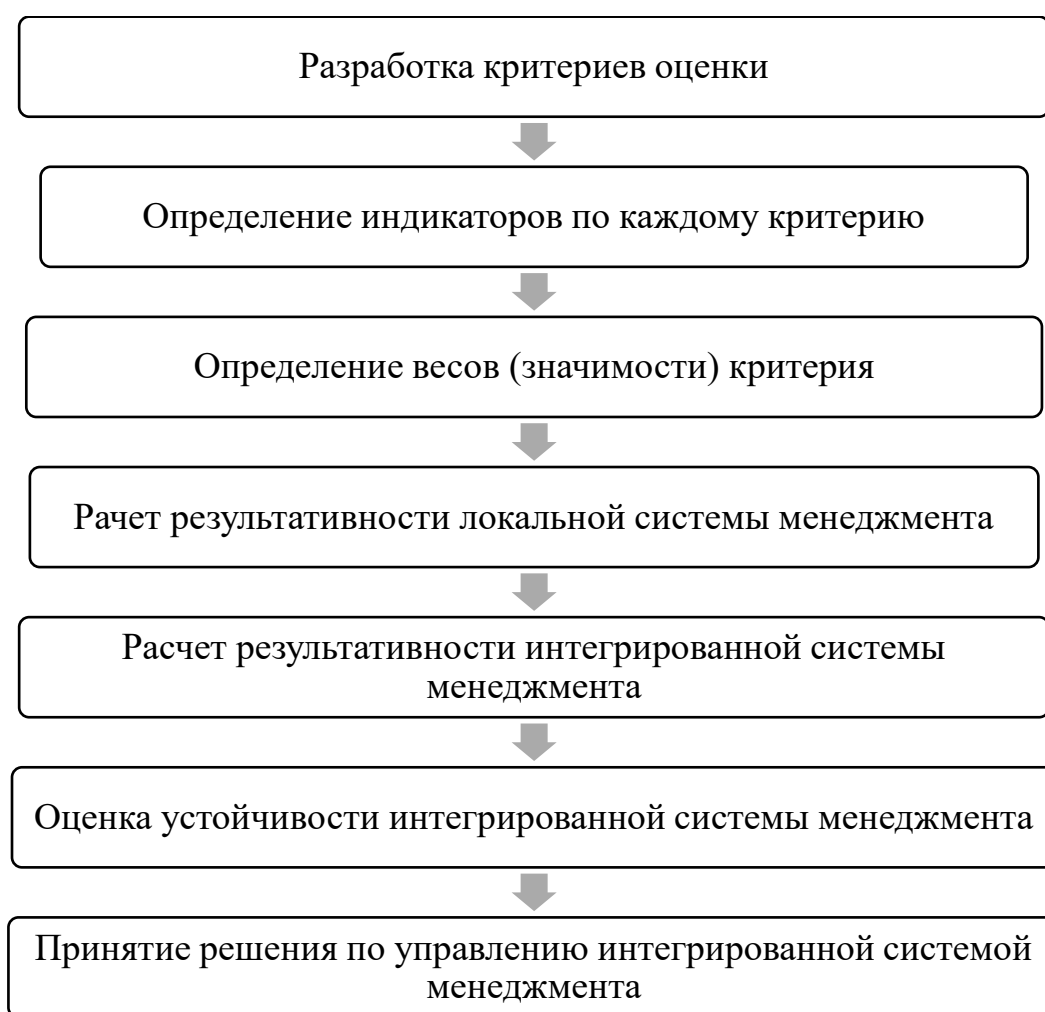


Рисунок 2.3.4 – Совокупность этапов оценки результативности и эффективности внедрения интегрированной системы менеджмента (обобщено автором)

В общем виде совокупные инвестиции (K) по реализации проекта создания и внедрения интегрированной системы менеджмента складываются из двух групп затрат:

- инвестиции в проектирование интегрированной системы менеджмента (Kп);
- инвестиции в реализацию проекта по внедрению интегрированной системы менеджмента (Kр).

$$K = K_{\Pi} + K_{\rho} \quad (2.3.1)$$

Инвестиции на проектирование интегрированной системы менеджмента можно представить в виде формулы:

$$K_{\Pi} = ((1 + W_d)(1 + W_c) + W_n) \sum_{i=1}^m Z_o + C_M, \quad (2.3.2)$$

где m – количество работников, участвующих в разработке проекта;

Zo – затраты на основную заработную плату работника, рублей;

Wd – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату в долях к основной заработной плате (отпускные, премии и т.д.);

Wc – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды, в долях к сумме основной и дополнительной заработной платы разработчиков (страховые взносы и др.);

Wn – коэффициент, учитывающий накладные расходы предприятия, в долях к основной заработной плате рабочей группы проекта (принимается по фактическим данным);

CM – затраты на обеспечение потребностей проектной группы.

В свою очередь, инвестиции на реализацию проекта по внедрению интегрированной системы менеджмента можно представить в виде формулы:

$$K_p = K_o + K_{\text{при}} + K_{\text{по}} + K_{\text{свк}} + K_{\text{иоп}} + K_{\text{оргп}} + K_{\text{конс}}, \quad (2.3.3)$$

где K_o – затраты на необходимое оборудование;

$K_{\text{при}}$ – затраты на совершенствование производства;

$K_{\text{по}}$ – затраты на приобретение программного обеспечения;

$K_{\text{свк}}$ – затраты на обеспечение связи и внутренних коммуникаций;

$K_{\text{иоп}}$ – затраты на информационное обеспечение проекта;

$K_{\text{оргп}}$ – затраты на подготовку и обучение рабочей группы проекта;

$K_{\text{конс}}$ – затраты на привлеченных консультантов.

Отдачу от инвестиций в реализацию проекта по разработке и внедрению интегрированной системы менеджмента можно вычислить по формуле:

$$\Xi = (31 - 32) \times N, \quad (2.3.4)$$

где 31 – издержки на поддержание функционирования локальных систем менеджмента предприятия;

32 – издержки на поддержание функционирования интегрированной системы менеджмента предприятия;

N – период функционирования интегрированной системы менеджмента предприятия.

Таким образом, технико-экономическую эффективность внедрения интегрированной системы менеджмента на промышленном предприятии можно рассчитать, используя формулу:

$$T_{\text{ок}} = K / \Xi, \quad (2.3.5)$$

где $T_{\text{ок}}$ – период окупаемости проекта по разработке и внедрению интегрированной системы менеджмента на предприятии [90,138].

Таким образом, в целом, следует заключить, что оценка эффективности интегрированных систем менеджмента на промышленных предприятиях может быть рассмотрена под двумя ракурсами:

1) с позиции соответствия нормативно-техническим требованиям, стандартам и регламентам;

2) с позиции достижения положительных технико-экономических характеристик по внедрению и функционированию данной системы.

Для оценки эффективности интегрированных систем менеджмента на промышленных предприятиях представим функциональную модель процесса интегрированной системы менеджмента, которая характеризуется набором входных параметров (X), управляющих воздействий (U), ресурсов (R), выходов процесса (Y).

Особо следует подчеркнуть, что неопределенность внешней среды, действие ее факторов может модифицировать управляющие воздействия со стороны управляющей подсистемы при принятии управленческих решений, что, в свою очередь, приведет к изменению выходных параметров процесса интегрированной системы менеджмента от ее первоначального запланированного состояния (S). В общем виде функциональную модель процесса интегрированной системы менеджмента промышленного предприятия представлена на схеме (рисунок 2.3.5).

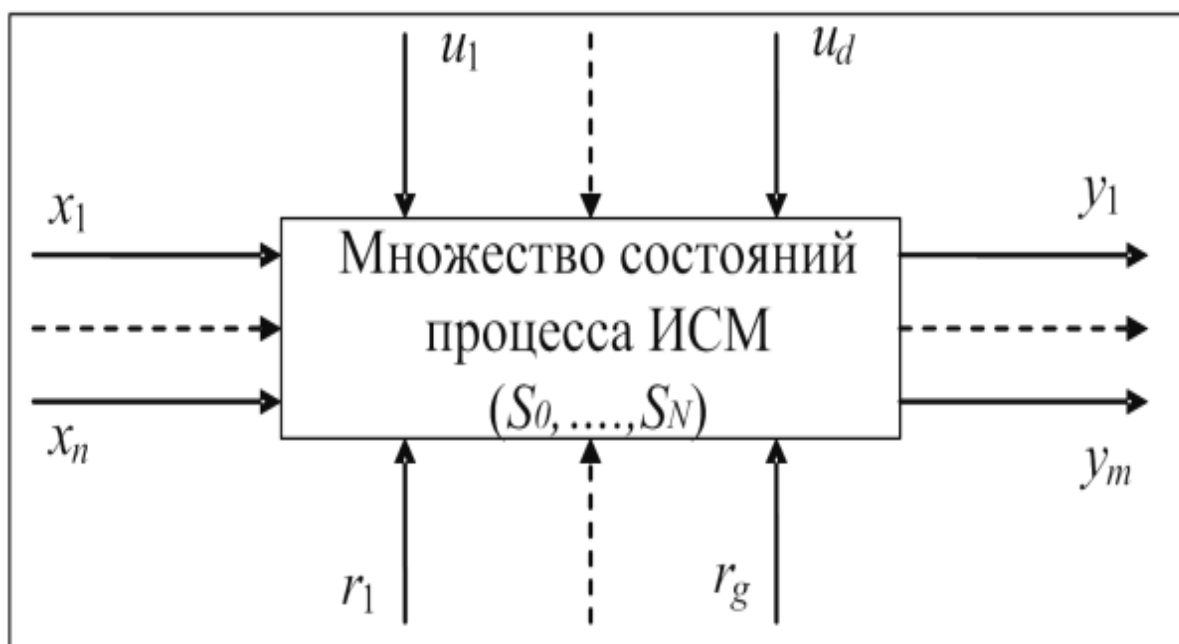


Рисунок 2.3.5 – Функциональную модель процесса интегрированной системы менеджмента промышленного предприятия [115]

Схематично комплексная методика оценки эффективности интегрированных систем менеджмента на промышленных предприятиях имеет следующую структуру, включающую экспертную оценку на основе внешнего аудита и самообследование (самооценку) с использованием внутреннего аудита. Результатами оценки эффективности интегрированных систем менеджмента на промышленных предприятиях будут являться следующие аспекты:

- 1) идентификация уровня зрелости интегрированной системы менеджмента;
- 2) показатели технико-экономической эффективности (срок окупаемости; экономический эффект, выраженный через соотношение добавленной стоимости и затрат на реализацию проекта по внедрению интегрированной системы менеджмента; доля бракованной продукции в выпуске и т.п.) (рисунок 2.3.6).

Таким образом, в оценке эффективности интегрированных систем менеджмента на промышленных предприятиях будут фигурировать четыре основных индикатора:

- 1) уровень соответствия объединяемых элементов интегрированной системы менеджмента нормативно-техническим требованиям, стандартам и регламентам – определяется на основе экспертных оценок в процессе проведения внешнего аудита предприятия;
- 2) уровень интегрированности локальных систем менеджмента предприятия – определяется в процессе проведения самообследования или внутреннего аудита предприятия;
- 3) оценка эффективности системы риск-менеджмента при разработке и реализации проекта по внедрению интегрированной системы менеджмента;
- 4) расчет технико-экономического эффекта от реализации проекта по внедрению интегрированной системы менеджмента на промышленном предприятии.

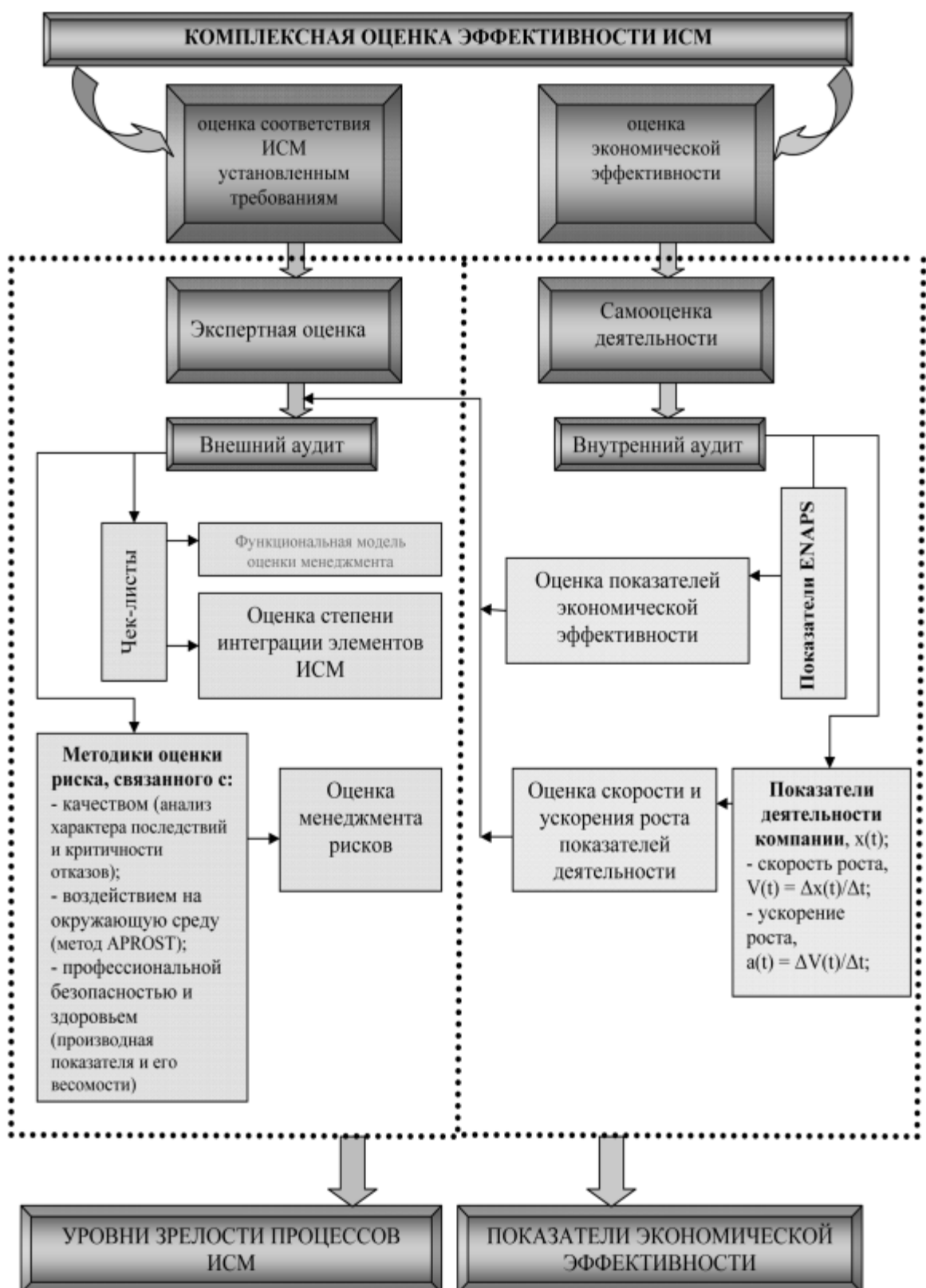


Рисунок 2.3.6 – Комплексная методика оценки эффективности интегрированных систем менеджмента на промышленных предприятиях [47]

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: Езрахович А., Дзедик В.А. [36], Ковалев М.И. [50], Протасова Л.Г., Зуева О.Н. [94], Гришаева С.А. [31], Бабичевская М.А., Костромин Р.Н. [11] и другие.

В общем виде основные неотъемлемыми элементами проведения самообследования или внутреннего аудита оценки эффективности интегрированной системы менеджмента на промышленном предприятии представлены на рисунке (рисунок 2.3.7).

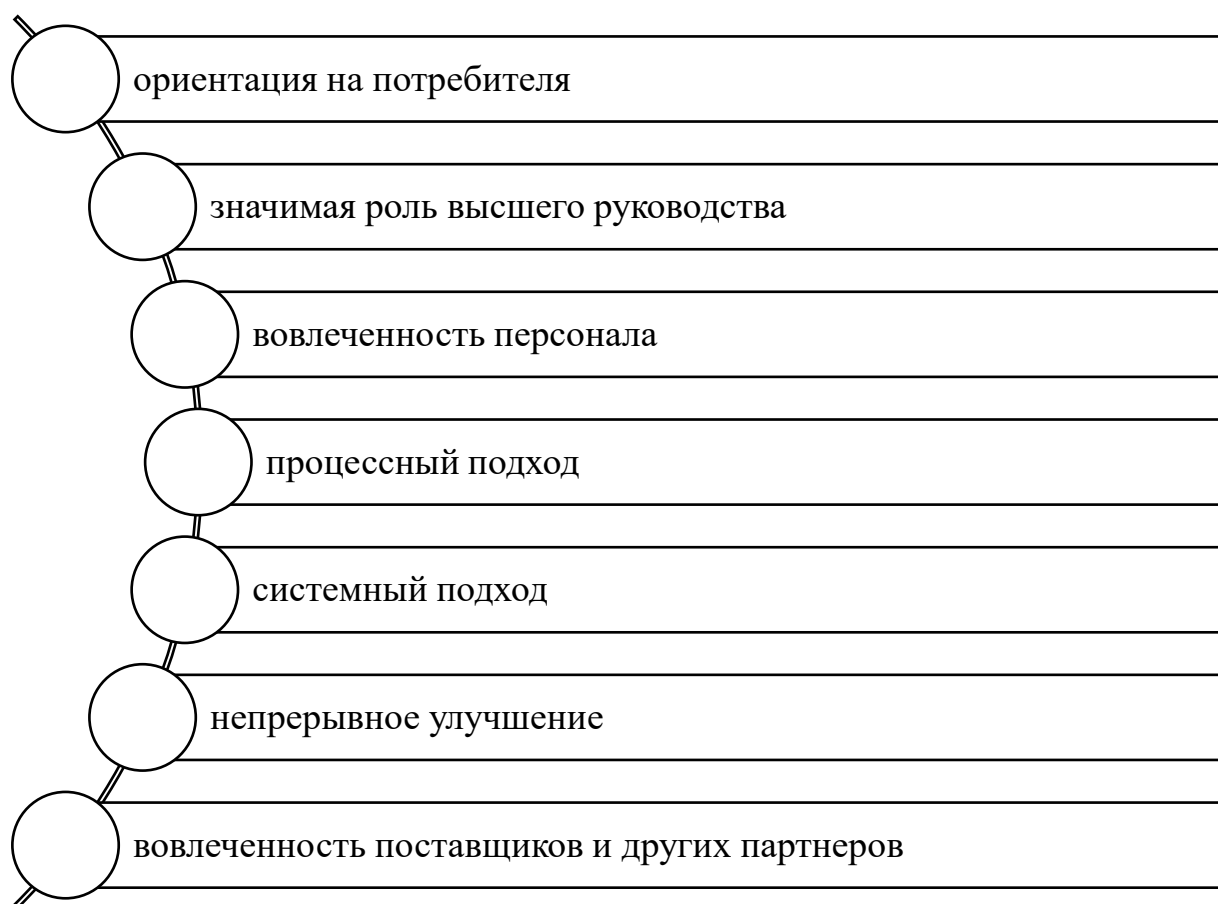


Рисунок 2.3.7 – Элементы проведения внутреннего аудита оценки эффективности интегрированной системы менеджмента (обобщено автором)

Показателями для расчета технико-экономического эффекта от реализации проекта по внедрению интегрированной системы менеджмента на промышленном предприятии могут быть следующие:

- срок окупаемости проекта;
- сокращение доли брака в выпуске изделий;
- изменение среднего времени выполнения процессов;
- длительность технологического цикла;
- прирост добавленной стоимости;
- уровень автоматизации и цифровизации процессов производства и управления;
- прирост доли рынка и другие.

Таким образом, можно заключить, что расчет результативности и эффективности внедрения интегрированной системы менеджмента 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 интегрированной системы менеджмента на промышленном предприятии позволяет устанавливать новые горизонты развития, ставить новые стратегические цели по достижению устойчивого развития производства и управления.

3 РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТОВ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ТРАНСФОРМАЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА НА НЕПРЕРЫВНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ

3.1 Систематизация критериев и методик оценки эффективности элементов системы поддержки управления изменениями

Интегрированная система менеджмента включает мониторинг изменений в плоскости качества, экологичности производства и безопасности труда. Упомянутая в параграфе 2.2 система оптимизации RTO позволяет учитывать любые изменения, протекающие во внутренней и внешней среде предприятия (при условии их учета в цифровом корпоративном пространстве). В условиях совершенствования организации производства компьютерный комплекс поддержки управления изменениями требует фиксирования информации, циркулирующей в интегрированной системе менеджмента.

Систематизирована схема поддержки управления изменениями, (рисунок 3.1.1), 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. Управление изменениями опирается преимущественно на агрегированные показатели.

Обратимся к схеме системы поддержки управления изменениями в контексте интегрированной системы менеджмента. Источниками полевых данных являются контрольно-измерительные приборы, узлы учета. Поток полевых данных (детальных) подлежит последовательному агрегированию и анализу.

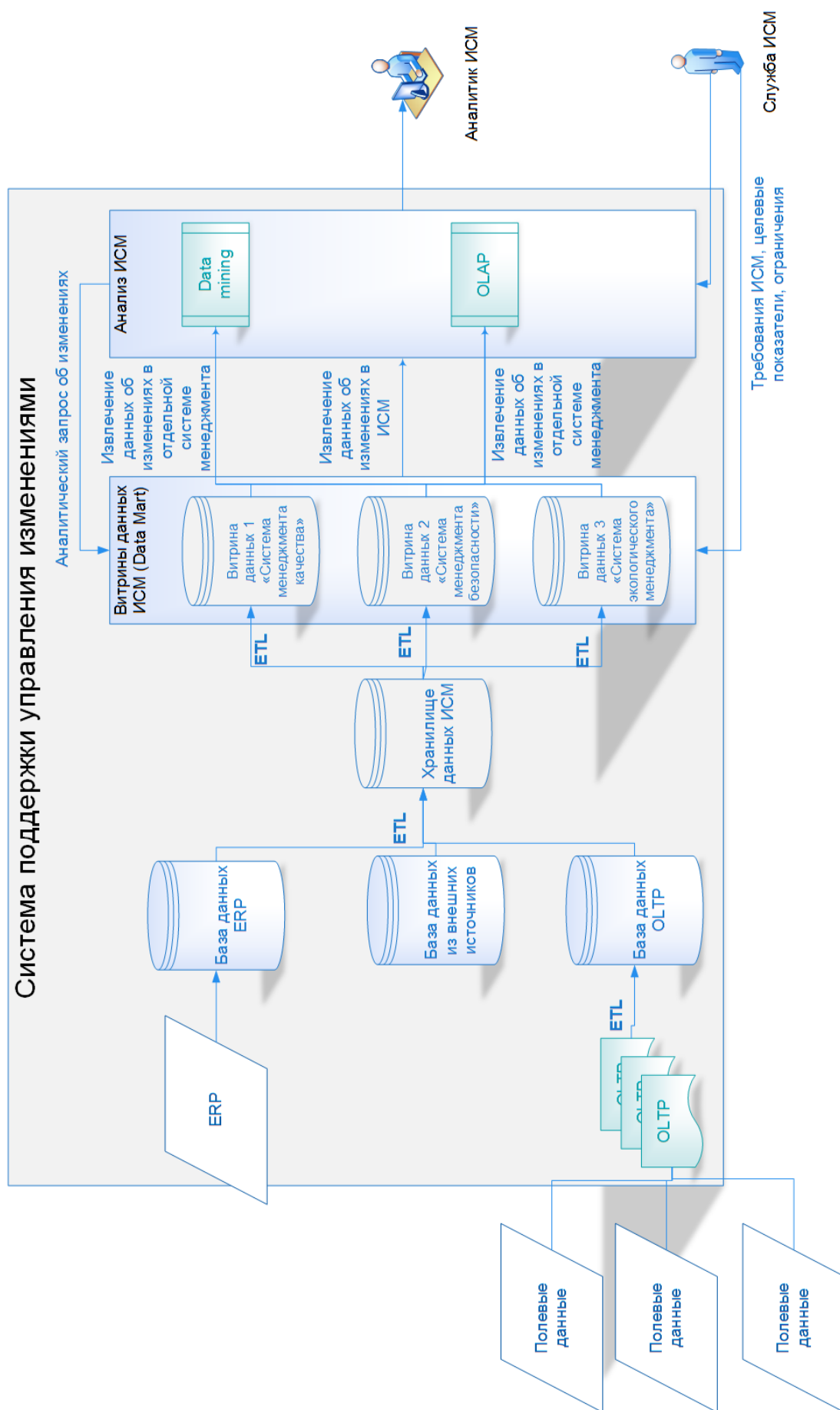


Рисунок 3.1.1 – Архитектура системы поддержки управления изменениями в контексте ИСМ
(систематизировано автором)

Система OLTP фиксирует события, изменения, обеспечивает сбор, организацию, оптимальное размещение данных в хранилище, оперирует детальными данными. Поток информации поступает часто, в небольших объемах. Базы данных OLTP оперативно обрабатывают большие потоки простых транзакций.

Дальнейшее движение потока сопровождается ETL-процессом (E – extraction, T – transformation, L – loading) – переносом данных, включающим этапы извлечения, преобразования (обобщение, перевод значений из закодированных в понятные, очистка от «загрязненных», ошибочных данных) и загрузки данных.

Далее поток данных поступает в хранилище, где данные классифицируются на вычисляемые и хранящиеся. Основное назначение хранилища данных заключается в агрегировании информации для дальнейшей аналитики, а также хранении детальных данных. Как было упомянуто выше, аддитивность данных обеспечивает скорость их обработки. Данное свойство сводится к способности числовых данных быть просуммированными. Исходя из этого вытекает требование к стандартизации критериев эффективности систем поддержки управления изменениями.

В целом, стандартизация – это отдельная процедура в рамках очистки данных, способствует унификации данных, что требуется для интеграции информационных потоков. Данное требование касается не только размерности данных, но и закодированных текстовых обозначений процессов и операций, критериев и показателей.

По окончании загрузки агрегированных аддитивных данных (извлеченных с цехов, участков, производственных площадок) запускается процесс структурирования данных по сферам менеджмента – формирования соответствующих витрин данных (Data Mart). Данные специализированные хранилища данных предоставляют аналитику только необходимую информацию. Так в проектируемой системе критерии качества (снижение доли брака, увеличение выручки от продажи качественной продукции и др.) агрегированы в

витрине данных 1, критерии безопасности производства (аварий, инцидентов и пр.) – в витрине данных 2, критерии климатического воздействия, энергопотребления, охраны окружающей среды – в витрине данных 3.

Проблема формирования витрин данных состоит в дублировании информации в хранилище данных и соответствующий перерасход ресурсов. Вместе с тем наличие витрин данных обеспечивает параллельный предметный мониторинг изменений в целях оперативной аналитики данных.

Основным критерием оценки интегрированной системы менеджмента является выполнение плановых показателей и требований. Преимущественно сведения о невыполнении поступают в аналитический блок, в котором подлежат обработке посредством технологий OLAP и Data Mining.

1) OLAP (online analytical processing) – это интерактивная аналитическая обработка данных, упорядоченных по многомерному принципу. Если базы данных OLTP не предназначены для анализа, то OLAP позволяет формировать отчетность по большим массивам данных. Причем, в нашем случае технология OLAP может применяться как в отношении всего хранилища данных интегрированной системы менеджмента, так и в разрезе витрин данных.

Различают три вида OLAP-систем:

- ROLAP – реляционные, которые представляют данные в виде таблиц (числовые и текстовые);
- MOLAP – многомерные, организуют информацию в виде OLAP-кубов;
- HOLAP – гибридные, объединяют формат реляционных и многомерных систем.

OLAP-системы имеют специфику с точки зрения горизонта планирования. Системы OLTP регулярно обновляют данные, служат для управления изменениями на оперативном уровне планирования производственных процессов; базы данных OLAP, напротив, обновляются реже и соответствуют стратегическому горизонту планирования производства.

Наряду с преимуществами аналитика OLAP имеет определенные недостатки. К ограничениям технологии OLAP относятся вероятность задержек, поскольку структуризация данных требует времени и технических мощностей; формулирование гипотез осуществляется аналитиком на основе упорядоченной системы данных.

2) Технологии Data Mining обеспечивают возможность интеллектуального анализа данных, выявления латентных нетривиальных закономерностей, формулирования гипотез из «сырых» данных. Data Mining позволяет автоматизировать решение задач классификации и регрессии, кластеризации, поиска ассоциаций.

С позиции управления изменениями инструменты Data Mining позволяют выявлять такие паттерны (закономерности), которые необходимо учитывать в цикле PDCA при совершенствовании интегрированной системы менеджмента.

Таким образом, резюмируя положения представленной на рисунке 3.1.1 системы поддержки управления изменениями, подчеркнем, что критерии и показатели требуют стандартизации и унификации, которые, в свою очередь, определяют эффективность квантовой модели интегрированной системы менеджмента 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 3.1.2 визуализированы элементы эффективности системы поддержки управления изменениями.

Эффективность системы поддержки управления изменениями

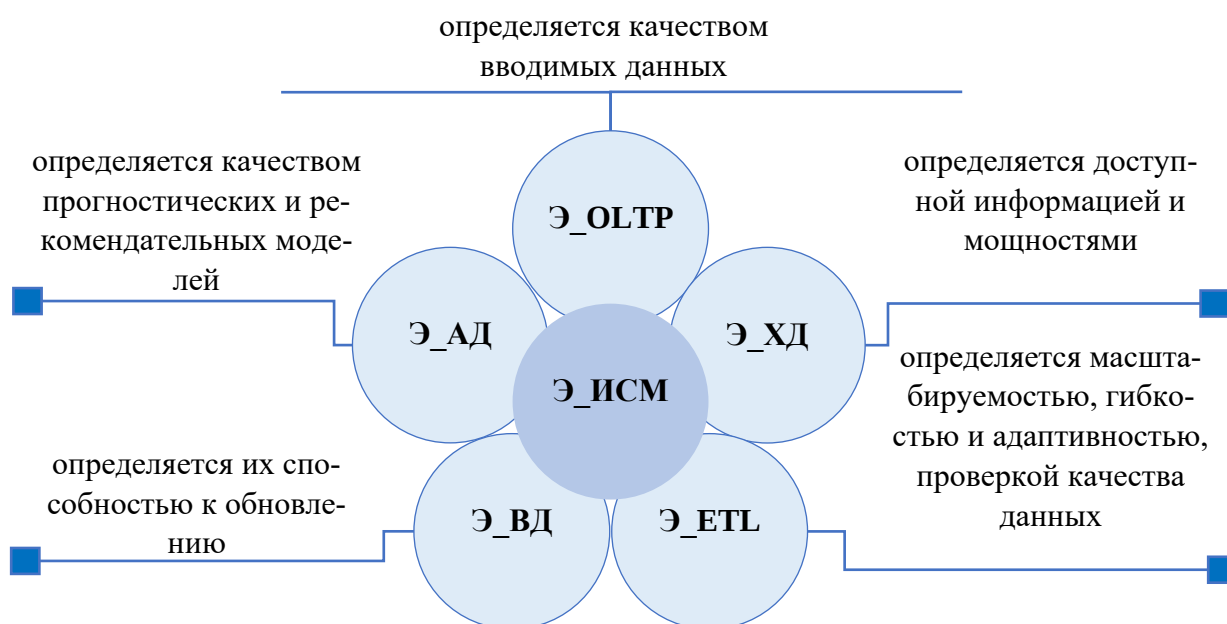


Рисунок 3.1.2 – Элементы эффективности системы поддержки управления изменениями (построено автором)

Все 5 блоков определяют интегральную эффективность (Э_ИСМ), которая проявляется в качестве и результативности принятого управленческом решении. Критериями оценки эффективности на интегральном уровне являются:

- скорость ответа на возмущения, воздействующие на производственную систему, с учетом требований систем менеджмента качества, безопасности, экологического менеджмента; скорость внедрения проектов по реконструкции и модернизации производственной системы;
- изменение энтропии производственной системы (изменение количества аварий, инцидентов, выбросов парниковых газов прямых и косвенных и пр.);
- изменение результатов операционной деятельности (прирост объемов продаж производимой продукции, выручки от продаж и др.);

– совокупный процент выполнения целей устойчивого развития как результат реализации комплекса мероприятий по охране труда, защите окружающей среды, автоматизации и цифровизации производственных процессов.

Далее более подробно разберем структурно-логические блоки эффективности.

Эффективность системы OLTP. Выше было отмечено, что данная система предназначена преимущественно для сбора данных. Источником данных, как правило, служат либо автоматизированная передача данных с устройств, либо вводимая вручную операторами информация. В последнем случае неизбежны риски ошибок, что сказывается на результатах обработки информации и выводимых на данном этапе данных по запросу оператора. Как следствие, эффективность системы OLTP во многом определяется качеством вводимых данных. Кроме того, детальные данные (еще не агрегированные) хранятся в разных форматах, размерностях, что усложняет поиск искомой информации и обработки полевых данных.

Эффективность процессов ETL зависит от их масштабируемости (с учетом расширения производственной деятельности, ввода новых производственных площадок), гибкости и адаптивности в условиях изменений, алгоритмов проверки качества данных (во избежание дублирования информации, загрузки некорректных значений).

Эффективность хранилища данных определяется [12, 19]:

- доступной информацией и мощностями, поскольку данные в системе OLTP не хранятся длительное время в силу избегания перегрузки серверных мощностей и оптимизации затрат на обслуживание автоматизированных систем;
- структурой данных, что отражается на времени выполнения запросов;
- структурой запросов (элементы, оптимизирующие процесс поиска данных);
- масштабируемостью;

– кэшированием, обеспечивающим оптимизацию времени запроса за счет сохраненной истории предыдущих запросов.

Эффективность витрин данных определяется их способностью к обновлению в случае изменений или дополнений в систему данных. Следствием является предоставление релевантных данных о производственном процессе и его ресурсообеспечении.

Эффективность анализа данных определяется качеством прогностических и рекомендательных моделей, их адекватностью, статистической значимостью критериев.

Таким образом, критерии эффективности систем поддержки управления изменениями можно классифицировать на 2 категории, характеризующие функционирование:

1) интегрированной системы менеджмента 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.).

Прежде всего, остановимся на первом блоке критериев, отражающих непрерывное управление изменениями, связанными с достижением целей устойчивого развития и ESG-показателей. Для их оценки предложено опираться на методику средней геометрической по ряду причин: во-первых, позволяет избежать проблему поиска весовых коэффициентов; во-вторых, позволяет привести к единому знаменателю разноразмерные показатели; в-

третьих, позволяет в большей степени учесть разницу между множимыми при усреднении (сравнительно с другими методами определения средней величины).

Учитывая данные положения, предложен интегральный двухуровневый подход к измерению эффективности интегрированной системы менеджмента (рисунок 3.1.3), в рамках которого предусмотрена оценка подсистем и системы менеджмента.

Расчет энтропии производственной системы предлагается осуществлять на основе отношения финансового результата функционирования производственной системы к величине инвестиций в НИОКР (который является инструментом упорядочения потоков, в первую очередь, материальных и информационных) [23].

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

1) показатель интегрированной системы менеджмента предприятия:

$$\text{Э_ИСМ} = \sqrt[3]{\text{УК} \times \text{УБ} \times \text{УЭ}}, \quad (3.1.1)$$

2) выполнение плана устойчивого развития предприятия:

$$\text{УК} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \text{УК}_i}, \quad (3.1.2)$$

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

3) уровень безопасности производства:

$$\text{УБ} = \sqrt[5]{\prod_{i=1}^5 \text{УБ}_i}, \quad (3.1.3)$$

где УБ_i – частные показатели обеспечения безопасности производства;

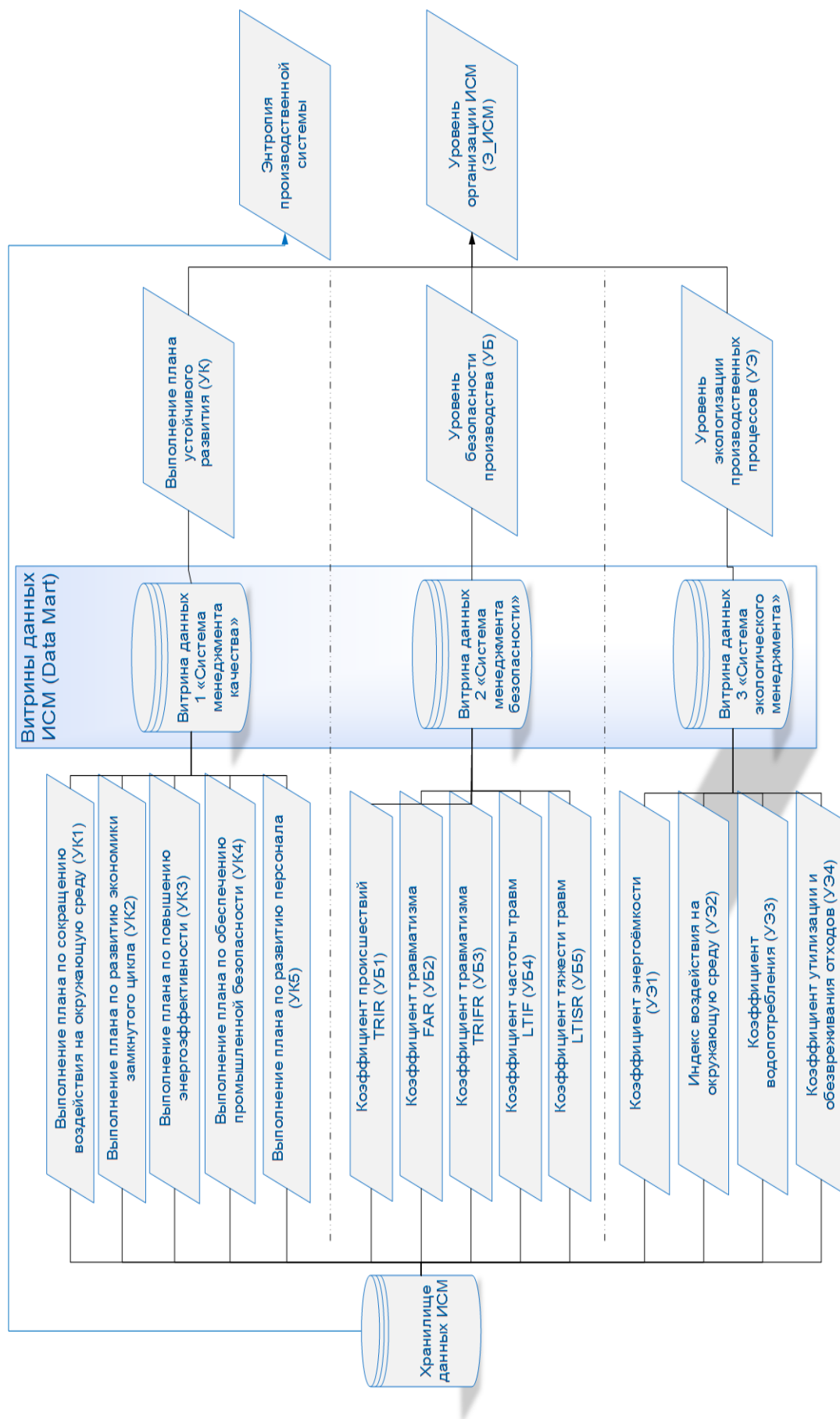


Рисунок 3.1.3 – Методика оценки эффективности системы поддержки управления изменениями
(разработана автором)

4) уровень экологизации производственных процессов:

$$УЭ = \sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 УЭ_i}, \quad (3.1.4)$$

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 рамках предложенного подхода к числу первых относятся показатели $УК_i$ и $УЭ_4$, ко вторым – $УБ_i$, $УЭ_1$, $УЭ_2$, $УЭ_3$.

Второй блок критериев рассмотрим на примере качества математических и прогностических моделей. К числу таких методов обработки данных относятся [12]:

1) регрессионный анализ – позволяет количественно описать зависимость результирующей переменной от входных независимых переменных, описывающих исследуемый производственный объект, процесс или систему в целом;

2) деревья решений – графическое представление последовательной классификации наблюдений или предсказательных структур (регрессии) на основе выявленных латентных правил и закономерностей (алгоритмы CART – Classification And Regression Tree);

3) кластерный анализ – объединение наблюдений (производственных площадок, производственных участков, цехов, машин и оборудования и др.) по группам на основании одного и более признаков, что позволяет применять дифференцированный подход к реализации мер по совершенствованию систем менеджмента относительно выделяемых групп наблюдений;

4) генетические алгоритмы (алгоритмы поиска) – методы оптимизации, поиска наилучших значений исследуемых переменных с учетом ограниченных ресурсов и необходимости достижения поставленной цели, реализуются путем последовательного комбинирования параметров;

5) автоматизированные нейронные сети, основанные на процессе обучения на входных данных с целью выявления правил, закономерностей (присутствующих в данных) и влияния на результирующий показатель.

Перечень альтернативных методов прогнозирования изменений и соответствующего эффекта представлен в таблице 3.1.1.

Таблица 3.1.1 – Критерии качества Data Mining (систематизировано автором)

Метод интеллектуального анализа	Критерии эффективности
Регрессионный анализ	коэффициент детерминации, критерий Фишера, критерий Стьюдента
Деревья решений	цена кросс-проверки (перекрестной), цена обучения
Кластерный анализ	статистическая значимость p
Генетические алгоритмы	устойчивость, надежность, скорость сходимости
Автоматизированные нейронные сети	ошибка обучения нейронной 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.

Таким образом, 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.

3.2 Характеристика принятия организационно-технических решений на предприятии

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 современных стандартах в области качества.

В научных разработках в данный момент недостаточно исследований и описания управления процессами по всем стадиям жизненного цикла промышленного изделия. Это ставит во главу угла вопрос разработки и совершенствования технологий анализа и синтеза организационно-технических решений по управлению качеством изделий на всех этапах его жизненного цикла, повышая эффективность функционирования интегрированной системы управления предприятием промышленной отрасли на основе использования современных информационно-коммуникационных технологий.

Современный стандарт ГОСТ Р 56645.1-2015 [26] по управлению дизайном промышленной продукции определяет высокую взаимосвязь промышленного производства и научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Отметим, что данным национальным стандартом в области качества особое внимание уделяется процессно-функциональному подходу к управлению в вопросах проектирования и производства нового изделия. Так, документ определяет основные организационные единицы по распределению ответственности за разработку и НИОКР нового изделия (рисунк 3.2.1).



Рисунок 3.2.1 – Основные организационные единицы по распределению ответственности за разработку и НИОКР нового изделия [26]

Принимая во внимание наличие временного лага между инвестиционными вложениями на проведение НИОКР и запуском в производство нового изделия возникает целесообразность оценки технико-экономических характеристик нового промышленного изделия по всем этапам его жизненного цикла, позволяющие определить окупаемость инвестиций на реализацию проекта (рисунок 3.2.2).



Рисунок 3.2.2 – Поток движение денежных средств по этапам жизненного цикла нового промышленного изделия [26]

Более того, опираясь на ГОСТ Р 56645.1-2015 по управлению дизайном промышленной продукции следует еще раз подчеркнуть важность научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ на этапах жизненного цикла промышленного изделия (рисунок 3.2.3).

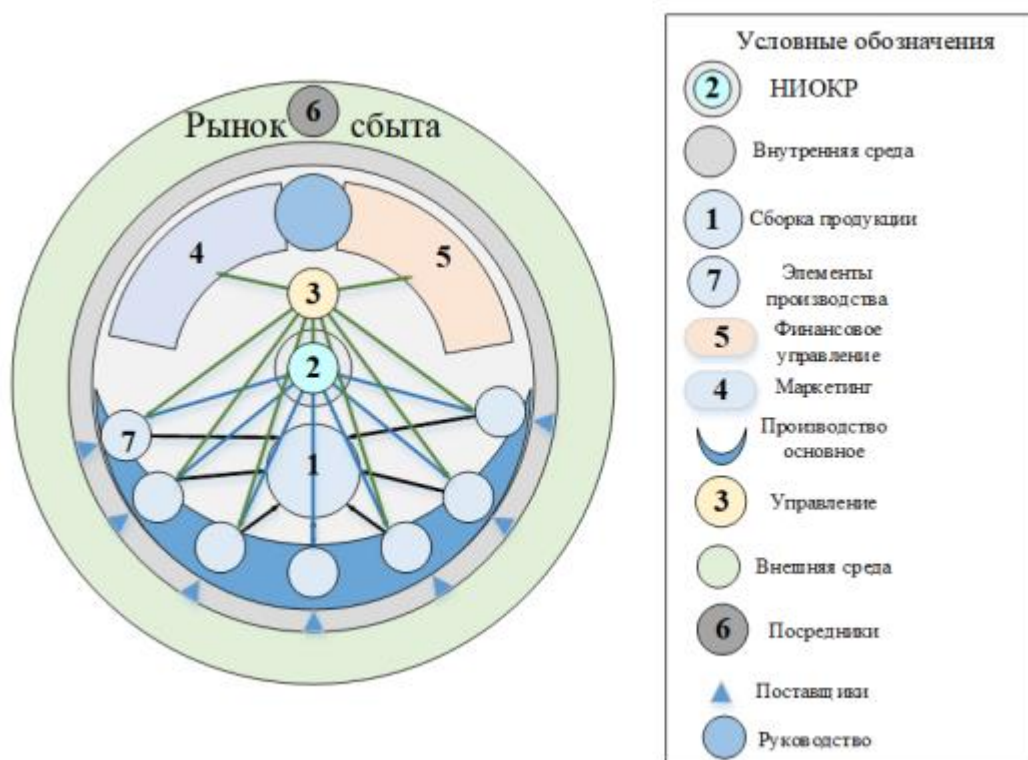


Рисунок 3.2.3 – Этапы жизненного цикла промышленного изделия в ГОСТ Р 56645.1-2015 по управлению дизайном промышленной продукции [111]

Нами разработан алгоритм [58] расчета кросскорреляций индикаторов инновационной деятельности промышленного сектора экономики, что делает возможным установку тесноты связи между переменными с учетом временных лагов, т.е. определить с какой вероятностью и через какой период времени изменится одна переменная при изменении другой. Данный алгоритм позволяет выявить и спрогнозировать изменения выходных параметров инновационной деятельности предприятий промышленного сектора экономики в ответ на изменение входных, что может быть использовано при оценке результативности и эффективности инновационной деятельности.

Применение данного алгоритма позволяет с помощью стандартного пакета MS Office и программного продукта Statistica дать оценку тесноты связи между переменными инновационной деятельности с учетом временных лагов.

Использование алгоритма позволяет автоматизировать процесс анализа и обработки результатов нахождения взаимосвязи между индикаторами инновационной деятельности, что позволяет добиваться экономии и оптимальности использования затрат труда в процессе аналитической работы как для отдельных исследователей, так и для предприятия в целом.

Приведем алгоритм обеспечения качества производства нового промышленного изделия применительно к аддитивному производству. При этом степень качества производственных процессов рассчитывается по формуле:

$$Y_K = N_{\text{без.д.}} / N_{\text{общ.}}, \quad (3.2.1)$$

где K — коэффициент качества продукции;

$N_{\text{без.д.}}$ — число изделий, изготовленных без брака;

$N_{\text{общ.}}$ — общее число изделий.

Алгоритм обеспечения качества производства нового промышленного изделия (на примере аддитивного производства) включает комплексную оценку качества с учетом минимизации затрат на производство, системы ресурсных огорчений и результативности выполнения технического задания на разработку нового промышленного изделия (рисунок 3.2.4).

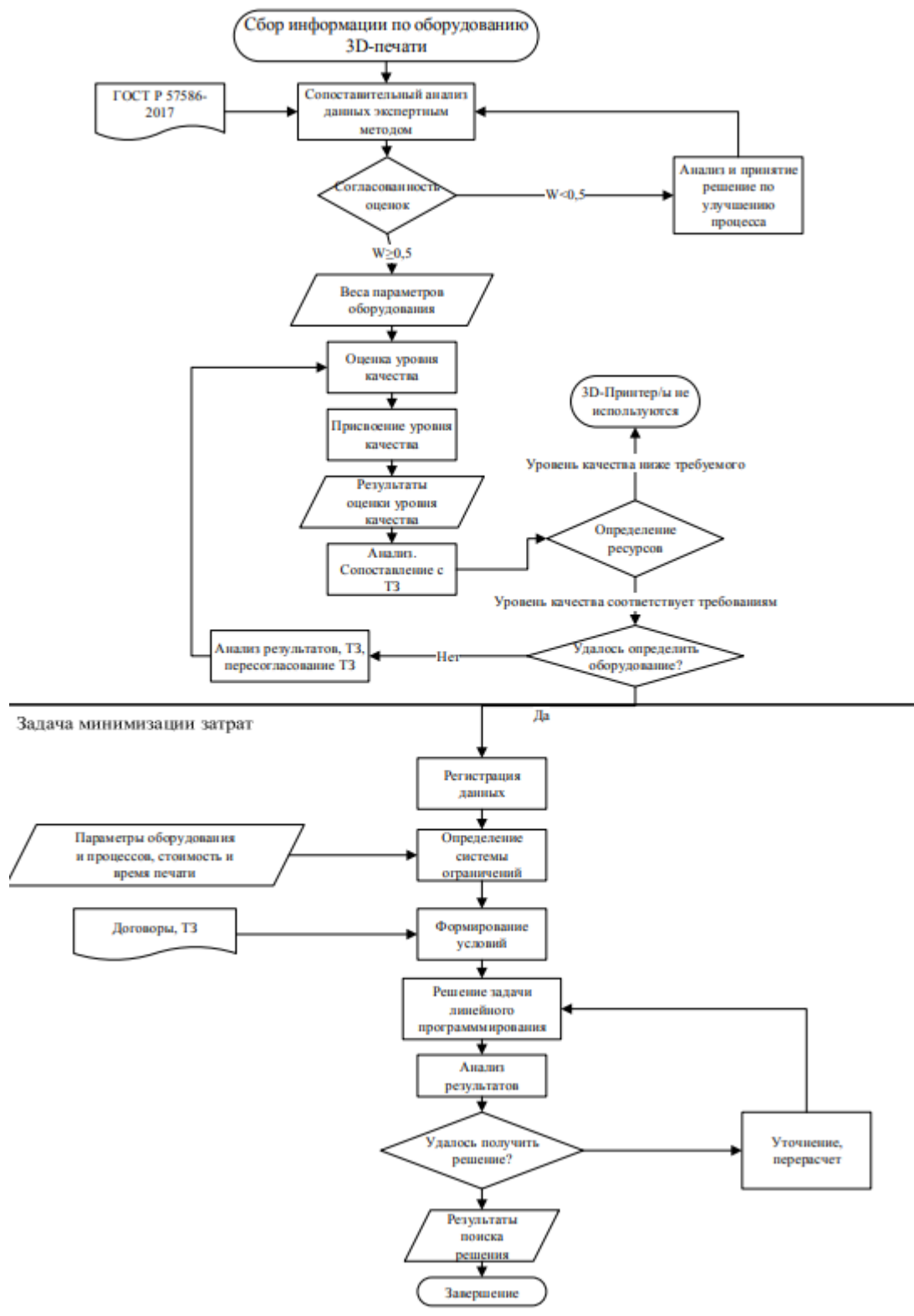


Рисунок 3.2.4 – Алгоритм обеспечения качества производства нового промышленного изделия (на примере аддитивного производства) [123]

Принимая во внимание, что промышленное предприятие – это сложная технико-экономическая система, соответственно, принятие организационно-технических решений следует рассматривать с позиции системного подхода к управлению сложными системами. Системный анализ включает в себя реализацию девяти последовательных шагов, перечень которых представлен на рисунке (рисунок 3.2.5).

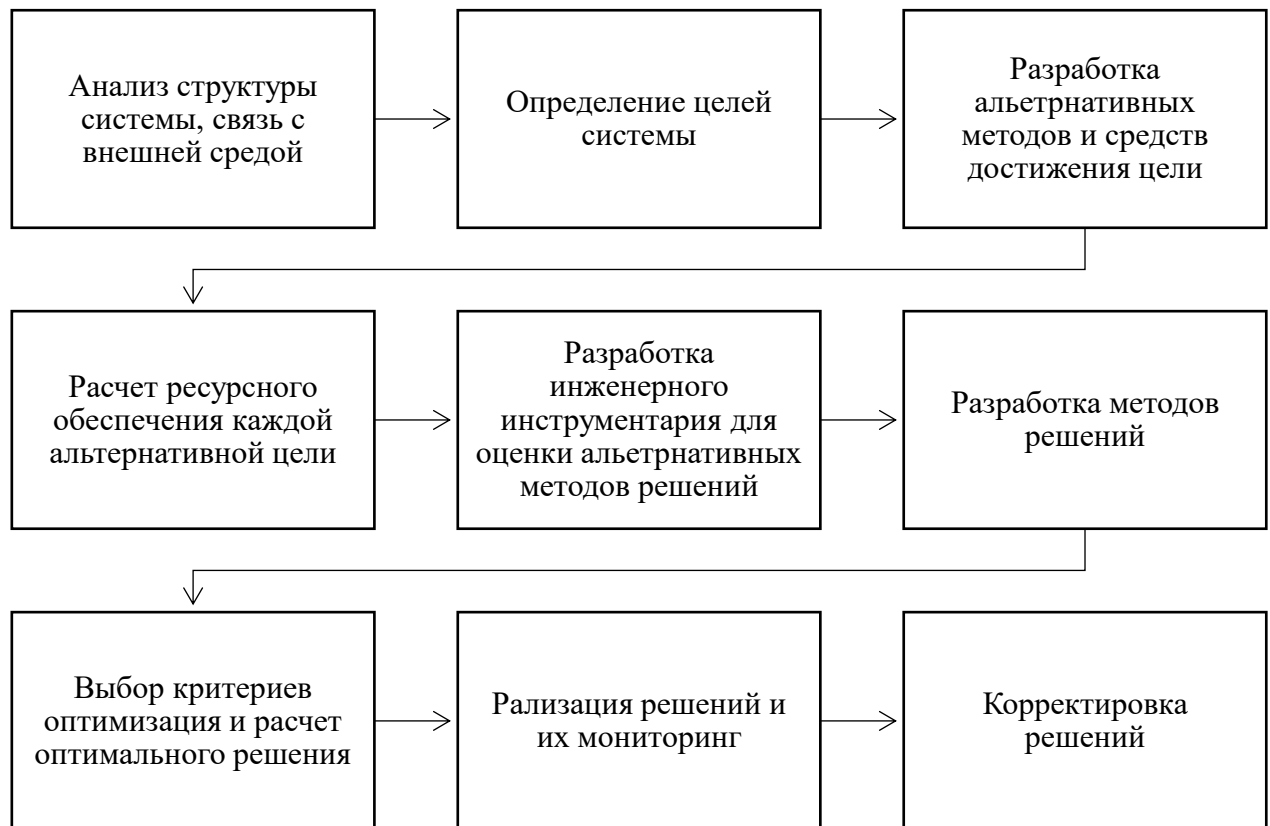


Рисунок 3.2.5 – Этапы системного анализа принятия решений
(обобщено автором)

Системотехническое проектирование организационно-технических решений по вопросам управления сложными техническими системами включает два основных блока:

1) макропроектирование, которое связано с решением функционально-структурных задач, выходной точкой для которого является определение за-

данных показателей технологии автоматизированного управления и синтез структуры оптимальной системы;

2) внедрение оптимальных составляющих управленческого комплекса на основе применения выработанных схемных решений.

Так, общая блок-схема структурно-функционального синтеза технологий управления сложными системами представлена на рисунке (рисунок 3.2.6). Ее основные этапы следующие:

1) аналитическое исследование существующей проблемы по синтезу технологий управления в автоматизированной системе управления;

2) разработка имитационной и аналитической моделей изучаемой сложной системы и ее структурных элементов с целью идентификации подсистем автоматизированной системы управления;

3) идентификация цели синтеза технологии управления;

4) построение алгоритма и написание программы по имитационной модели;

5) построение алгоритма и написание программы по аналитической модели;

6) формирование банка данных для разработанных имитационных и аналитических моделей;

7) информационный обмен между данными на всех этапах синтеза технологии управления;

8) нахождение решения задачи синтеза технологии управления на основе применения аналитической модели;

9) нахождение решения задачи синтеза технологии управления на основе применения имитационной модели;

10) интеграция аналитической и имитационной модели для решения задачи синтеза технологии управления;

11) аналитическое исследование полученных результатов оптимизации по итогам моделирования;

12) внесение корректирующих действий в технологии автоматизированного управления системой;

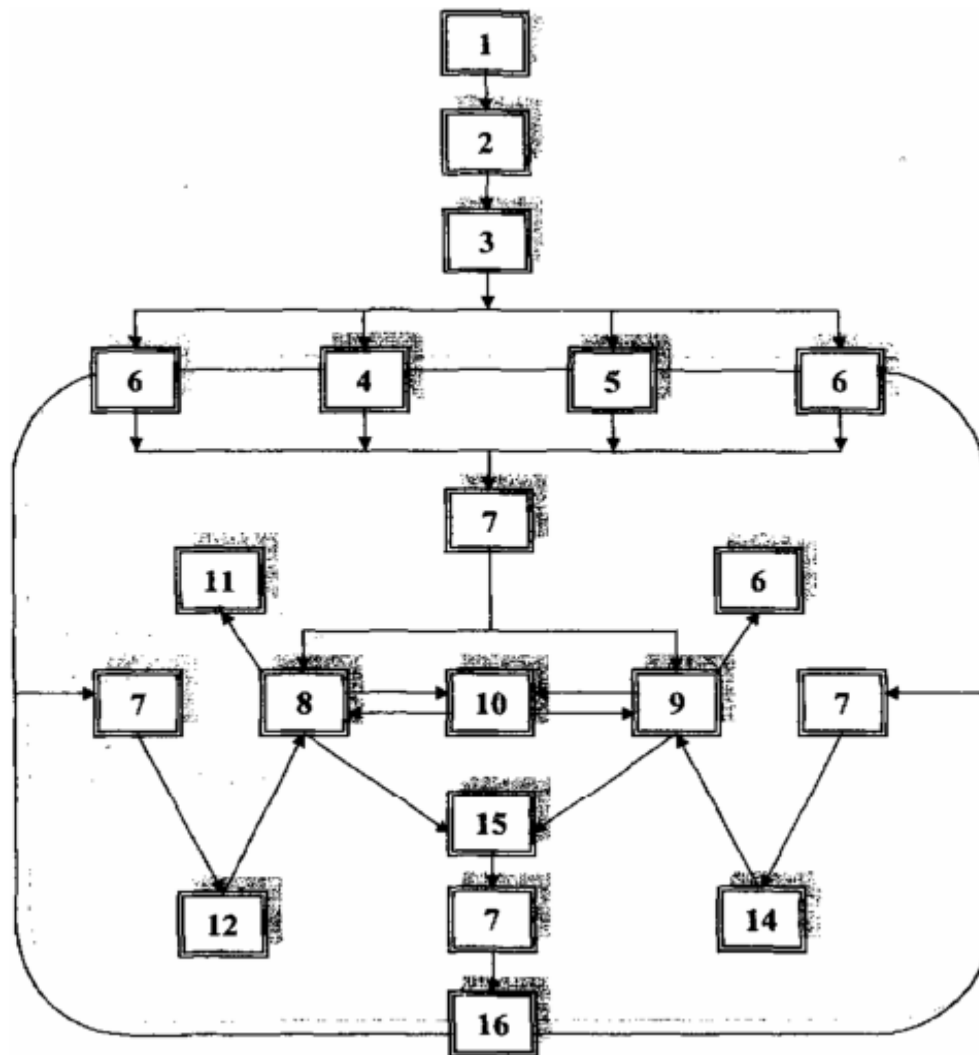


Рисунок 3.2.6 – Блок-схема структурно-функционального синтеза технологий управления сложными системами [56]

Синтез организационно-технических решений дает возможность свести к минимуму издержки по производству промышленной продукции и упрощает процесс принятия управленческих решений в части использования технологий их выпуска. С целью оптимизации процессов производства и синтеза организационно-технических решений могут быть использованы различные алгоритмы [7,57,78,84,139,145,146], содержащие средства и методы, дающие возможность на первых шагах проектных работ определить сроки и стоимость по организации производства и выпуску изделий. Синтез организационно-технических решений состоит в оптимизации использования всех видов ресурсов на промышленном предприятии. Помимо того, что он дает возможность идентифицировать оптимальную стоимость технологии изготовления и выпуска изделия, он также позволяет определить вероятную степень точности изготовления детали для мелкосерийного производства. Кроме того, синтез организационно-технических решений позволяет учесть ограничений и условия, которые влияют на выпуск изделия еще на этапе его проектирования.

Синтез организационно-технических решений дает возможность идентифицировать проблемные места в организации процессов производства, например:

- обеспеченность оборудованием и технологическими линиями;
- время, требуемое для изготовления деталей;
- стоимостные ограничений по выпуску изделия;
- уровень загрузки производственных мощностей;
- наличие необходимости в автоматизации определенных процессов производства;
- оптимизация материальных и трудовых затрат.

Таким образом, используя различные методы и средства оптимизации процессов производства и синтеза организационно-технических решений на промышленных предприятиях формируется возможность определения оптимального решения в выборе способа производства изделий, при этом сокра-

тив издержки на работы по их проектированию и производство опытных образцов.

В условиях развития и внедрения в производственно-хозяйственную практику информационно-коммуникационных технологий организационно-технические решения возможно следует рассматривать с призмы информационно-технических решений, которые обеспечивают интеграцию и автоматизацию процессов производства и управления. Повсеместное распространение информационно-коммуникационных технологий, систем искусственного интеллекта, технологий управления удаленным доступом и т.п. дали широкие возможности для развития корпоративных информационных систем и систем автоматизации поддержки принятия организационно-технических решений на их основе. Следовательно, корпоративная информационная система – это инструмент поддержки системы управления производством на основе информационно-коммуникационных технологий. Корпоративные информационные системы интегрируют информационные ресурсы промышленного предприятия и позволяют автоматизировать процесс корпоративного управления на основе инструментов поддержки принятия организационно-технических решений. Это увеличивает скорость процессов, их надежность, уменьшается стоимость процессов, повышается качество взаимодействия между элементами и подсистемами сложной организационно-технической системы.

Анализ и синтез организационно-технических решений на основе использования корпоративных информационных систем позволяет оптимизировать производственное планирование, операционную деятельность промышленного предприятия на основе существующих стандартов в области управления производственными процессами. Среди разработчиков корпоративных информационных систем можно привести IBM, SAP, 1С и другие. Пример стандартов и оптимизационного планирования производства по функционалу корпоративных информационных систем представлено на рисунке (рисунок 3.2.7).

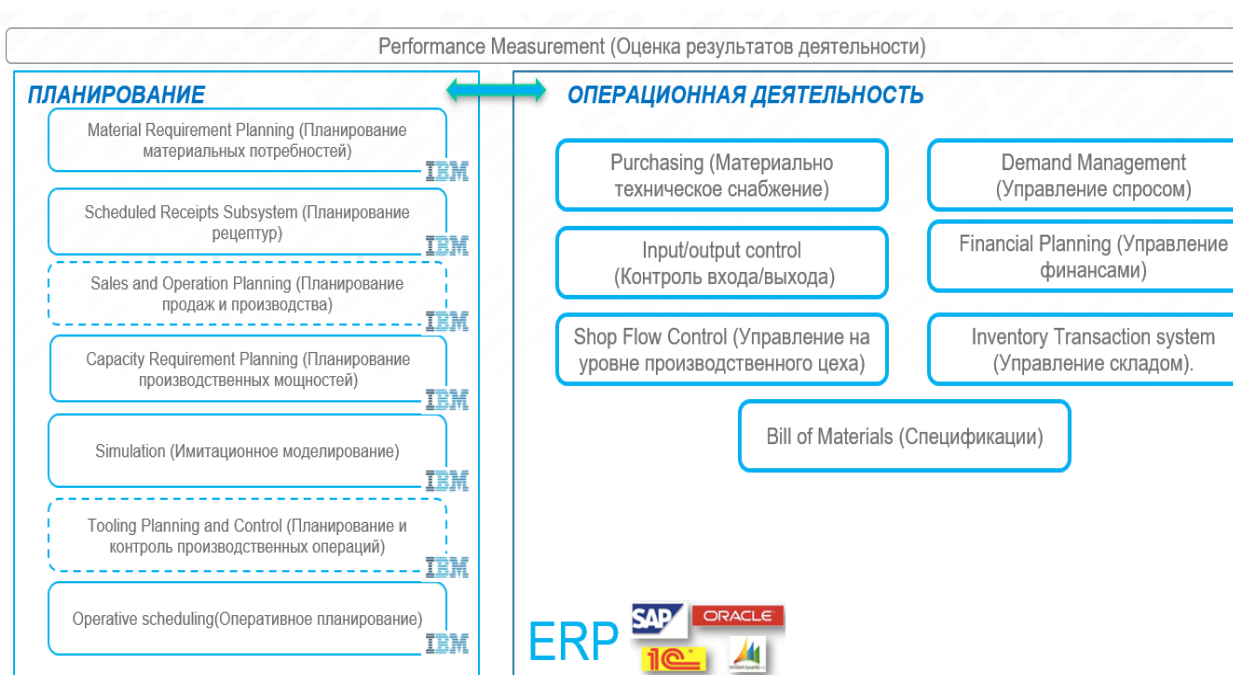


Рисунок 3.2.7 – Стандарты и оптимизационное планирование производства [144]

Динамика показателей использования интегрированных информационных систем управления на промышленных предприятиях сведена в таблицу (таблица 3.2.1). По всем из них отмечается тенденция устойчивого роста.

Таблица 3.2.1 – Показатели использования интегрированных информационных систем управления на промышленных предприятиях (в процентах от общего числа обследованных предприятия) [99]

Показатель	2017г.	2018г.	2019г.	2020г.	2021г.	2022г.	2023
Доля организаций, имевших специальные программные средства для управления закупками ресурсов	36,2	38,3	39,0	23,7	26,9	33,7	42,2
Доля организаций, имевших специальные программные средства для управления продажами продукции	22,0	25,9	26,0	16,0	18,6	26,6	38,0
Доля организаций, использовавших ERP-системы	12,2	13,8	14,8	11,5	13,8	21,9	34,8

Доля организаций, использовавших CRM-системы	10,3	13,2	13,9	10,8	13,4	21,9	35,8
Доля организаций, использовавших электронный обмен данными между своими и внешними информационными системами	63,1	64,9	67,0	54,3	55,4	53,7	52,1
Доля организаций, использовавших SCM - системы	4,7	6,4	6,6	4,3	4,8	14,3	42,6

Таким образом, в условиях развития информационно-коммуникационных технологий важнейшими задачами для выработки организационно-технических решений на основе корпоративных информационных систем управления являются следующие:

- 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.

3.3 Особенности трансформации интегрированных систем менеджмента в непрерывных производственных системах

Одним из примеров непрерывного производства является нефтеперерабатывающее предприятие, к которым относится и группа компаний «Сибур». Нефтеперерабатывающие предприятия характеризуются следующими технологическими процессами (рисунок 3.3.1).

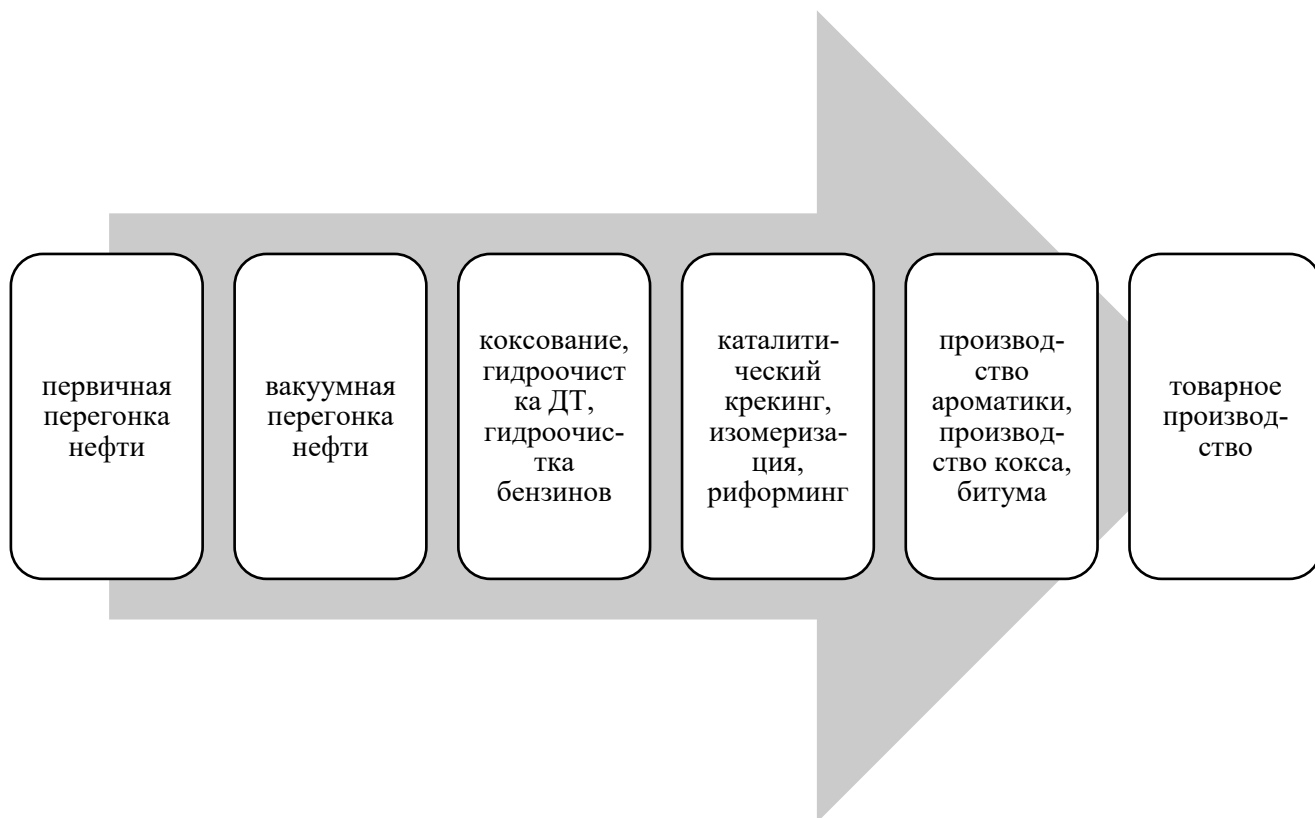


Рисунок 3.3.1 – Технологические процессы нефтеперерабатывающего предприятия (обобщено автором)

Все из представленных технологических процессов нефтеперерабатывающего предприятия, за исключением товарного производства, относятся к непрерывным технологическим процессам.

Неоднократно доказано, что одним из действенных инструментов повышения эффективности системы управления нефтеперерабатывающего предприятия выступает автоматизация производства и управления. Интеграция по функциональному признаку входит в состав ключевых особенностей, которые характеризуют уровень интегрированности автоматизированной системы управления производством (АСУП) и определяют специфику интеграции процессов управления на разных его стадиях.

Высокая размерность и уровень сложности структуры основной задачи управления промышленным предприятием затрудняют разработку универсального алгоритма управления на принципах оптимальности. Это, в свою

очередь, формирует необходимость проведения декомпозиции основной задачи управления на совокупность более мелких задач по контурам:

- задачи контроля;
- задачи учета и отчетности;
- задачи построения прогнозов;
- задачи принятия управленческих решения;
- задачи планирования и диспетчеризации производства и др.

При этом данные типы задач должны охватывать как основные процессы производства, так и обслуживающие процессы.

Преимущество декомпозиции задач управления, когда основная задача разбивается на классы более мелких конкретных задач, формирует необходимость в интеграции выделенных подзадач в единую систему или единый комплекс. В этой связи при создании интегрированных автоматизированных систем управления промышленным предприятием принципы и технологии проведения декомпозиции задач и работ должны выполняться совмещенно. Применение их в практической деятельности определяется состав компонентов интегрированной автоматизированной системы управления промышленным предприятием, ее функционал, способы коммуникации и согласованности компонентов, иными словами, оно формирует требования к функциональной структуре системы управления предприятием.

Как правило, отмечают четыре уровня управления, которые выступают основой для построения многоуровневой функциональной структуры системы управления непрерывным производством:

- задачи стратегического планирования;
- задачи тактического и оперативно-календарного планирования;
- задачи диспетчеризации производства;
- задачи управления технологическими процессами производства.

Декомпозиция данного спектра задач построена на основе их многоуровневости, что и отражается на функциональной структуре системы управления непрерывным производством (рисунок 3.3.2).

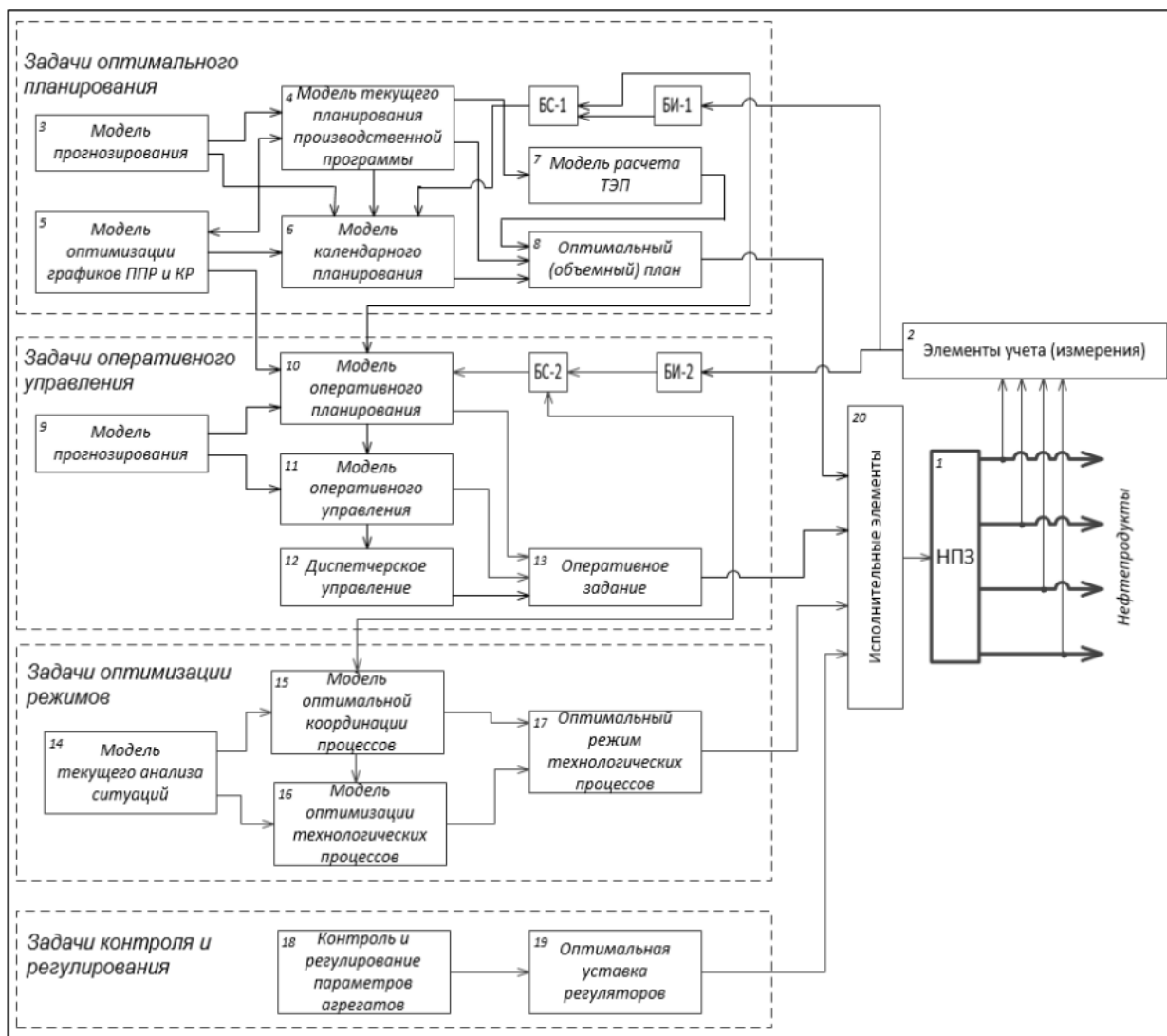


Рисунок 3.3.2 – Функциональная структура системы управления непрерывным производством многоуровневого типа [41]

Эти особенности необходимо учитывать в эпоху трансформации существующих производств, целью которой является повышение эффективности и гибкости производства посредством использования цифровых инструментов в промышленности. Остро встает вопрос о создании интегрированных структур управления процессами производства, которые представляют собой единую цифровую экосистему. Интегрированная производственная система представляет собой способ объединения различного автоматизированного оборудования в единую систему управления, которая предназначена для со-

гласованного выполнения производственных операций. Следовательно, интеграция процессов производства и управления основана на создании единой информационной среды, которая позволяет решать широкий спектр производственных задач: проектирование и конструкторские работы, управление качеством, закупками, персоналом, управление складом, распределением продукции и т.п.

В информационной системе, которая обеспечивает работу интегрированных производственных процессов, предполагается, что все процессы, связанные с проектированием изделия, его созданием, тестированием, планирование запасов, обеспечением комплектующими, планированием производственных мощностей, в т.ч. формирование и внесение изменений в проектные, конструкторские и технологические документы, осуществляется благодаря линейки программного обеспечения, которая обеспечивает синхронизацию данных процессов. Интеграция процессов производства и управления решает две ключевые задачи на промышленном предприятии:

- обеспечение качества организации и управления основных процессов производства, в т.ч. в интегрированных структурах управления;
- обеспечение качества обслуживающих процессов, преимущественно информационно-коммуникационных процессов.

Типовая структура информационной системы, которая обеспечивает интеграцию производственных процессов приведена на рисунке 3.3.3.

Согласимся с мнением авторов, которые полагают, что в настоящее время важнейший фактор последующей оптимизации производственных процессов – это рост эффективности взаимодействия информационной системы предприятия и персонала, который проходит в русле цифровой трансформации промышленности в целом [60,114,137,141,147].

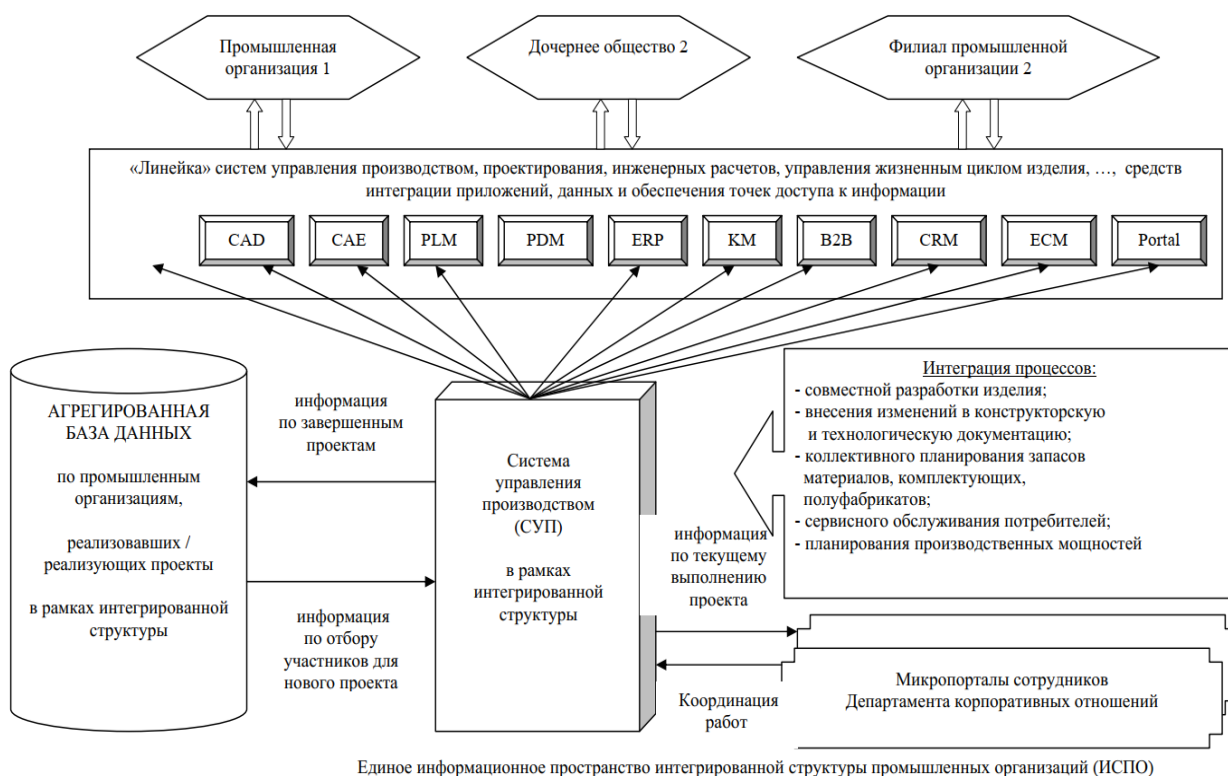


Рисунок 3.3.3 – Типовая структура информационной системы, обеспечивающая интеграцию производственных процессов [85]

Следовательно, одной из специфических черт современного промышленного предприятия является его интегрированность, которая предполагает формирование и использование корпоративной экосистемы, которая позволяет добиваться интеграции систем автоматизации внутри предприятия, но и обеспечивает объединение всех процессов производства и управления производством, персоналом и финансами. Таким образом, объединение персонала, финансов, процессов и корпоративных информационных систем обеспечивает рост отдачи от работы производственного пердела посредством таких составляющих, как:

- управление заданиями и видами работ в цифровой среде;
- стандартизация производственных процессов и процессов управления;
- индивидуализация и учет специфики работы отдельных производственных участков;

- модульная разработка и создание единого интерфейса для пользователей;

- возможность дистанционного развертывания информационных приложений и т.п.

Задача взаимной интеграции персонала, информационных систем и производственных процессов решается на основе внедрения корпоративного программного обеспечения управления процессами производства – BPMS (Business Process Management System), которая дает возможность оцифровать все типы процессов на предприятиях, обеспечив их вертикальную и горизонтальную интеграцию.

Эволюция цифровой трансформации промышленных предприятий позволила перейти на новый этап их развития, интегрируя в управление процессами производства искусственный интеллект, что привело к формированию «умного производства» – SMS (Smart Manufacturing Systems). Система «умного производства» охватывает широкий спектр производственных задач, включая управление, проектирование и инженерные решения. Положительная синергия от внедрения систем «умного производства» обеспечивается следующими составляющими:

- рост производительности труда;
- повышения уровня адаптируемости системы в конкурентной среде и изменении спроса, потребительских предпочтений и т.п.;
- рост качества выпускаемых изделий, повышение их персонализированности;
- повышение уровня инновационной активности предприятия и рост доли инновационной продукции в выпуске и отгрузке;
- рост маневренности производства;
- повышение устойчивости функционирования предприятия, в т.ч. повышение производственной устойчивости предприятия, включающее снижение негативного воздействия на природную среду, рост безопасности производства, повышение экономической эффективности производства.

Таким образом, полагаем, что формирование интегрированной системы управления производством должно включать принципы, стандарты и регламенты, которые вкупе позволяют повышать эффективность использования ресурсов и персонала на предприятии, добываться роста качества продукции и быть направленными на непрерывные улучшения в производственно-хозяйственной деятельности.

Приведем пример концепции непрерывного улучшения на примере группы компаний «Сибур» [33]. Производственная система группы компаний «Сибур» включает 4 основных блока, функционал которых отражен на рисунке 3.3.4:

- технические направления;
- развитие персонала и процессов;
- развитие корпоративной культуры;
- процесс управления производством.



Рисунок 3.3.4 – Производственная система группы компаний «Сибур»
(обобщено автором)

Обеспечение интеграции процессов на производстве следует рассматривать как проект минитрансформации, структурными элементами которого являются операционная система, система управления, корпоративная культура, включая менталитет персонала и управленцев, модель их поведения.

Схематично стадии проекта трансформации предприятия при интеграции процессов на производстве – подготовка, диагностика, определение цели, планирование, внедрение и сопровождение/поддержка, представлены на рисунке 3.3.5.

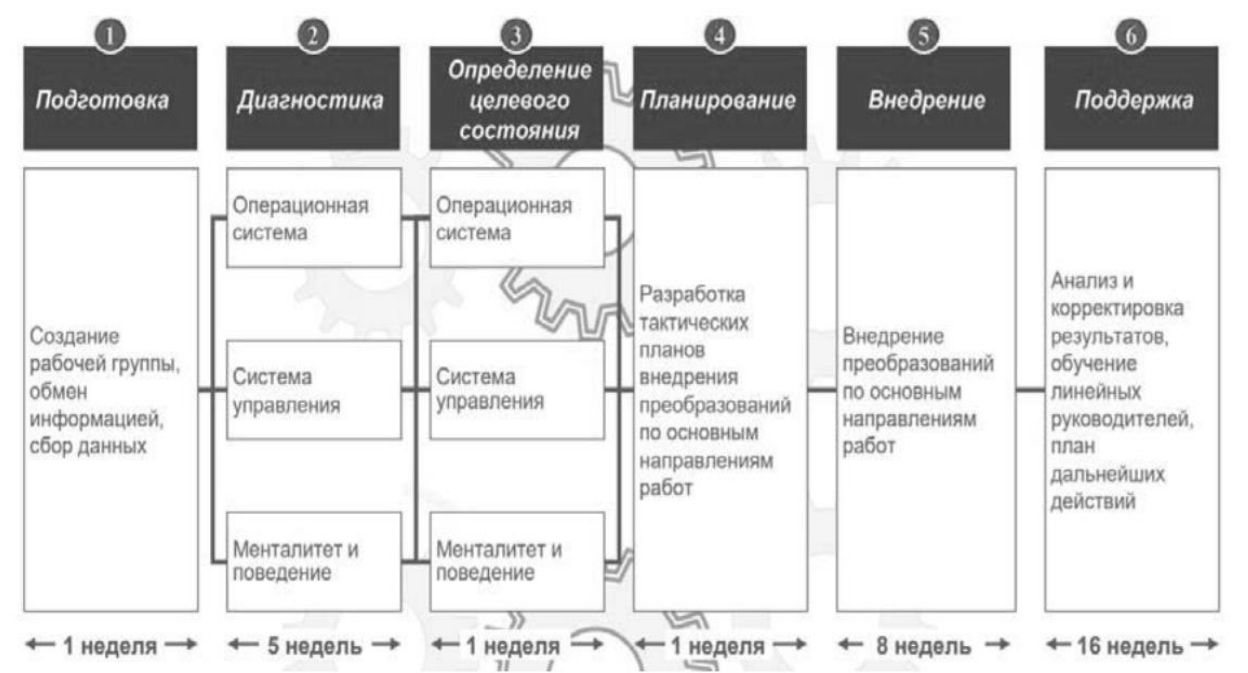


Рисунок 3.3.5 – Стадии проекта трансформации предприятия при интеграции процессов на производстве [52]

Одной из целей создания интегрированных процессов производства на промышленных предприятиях является оптимизация производства, в том числе посредством повышения эффективности производственных процессов. Данная задача значительно усложняется на предприятиях, которые имеют непрерывное производство в силу его особенностей, связанных с единством технологического процесса, постоянством работы оборудования, синхрони-

зацией режимов работы агрегатов, большими объемами переработки поступающего сырья и т.п.

В настоящее время промышленные предприятия испытывают потребность в повышении эффективности использования ресурсов предприятия, что достигается благодаря применению цифровых двойников изделий. Выделим основные этапы жизненного цикла цифровых двойников, которые являются основой создания информационной системы:

- системный дизайн;
- базовая инженерия;
- детальное проектирование;
- введение в эксплуатацию;
- эксплуатация и обслуживание;
- модернизация и вывод из эксплуатации.

Кроме этих основных этапов жизненного цикла цифрового двойника, необходимо принимать во внимание такие обеспечивающие этапы, как обучение персонала, их тренировка на тренажерах, установка специального оборудования и программного обеспечения, проведение технического обслуживания и ремонтов, замена и вывод из эксплуатации оборудования, его утилизация.

Возможные направления применения информационной системы управления цифровым двойником изделия на промышленном предприятии отражены на схеме и включают: загрузку внешних требований, разработку и анализ внутренних требований, управление математическим моделированием, загрузку характеристик оборудования, оптимизацию его состава и структуры, анализ технологической документации, генерацию технических заданий и требований, анализ технологического процесса, генерацию программного обеспечения (рисунок 3.3.6).



Рисунок 3.3.6 – Направления применение информационной системы управления цифровым двойником изделия на промышленном предприятии [87]

Учитывая требования к созданию цифрового двойника изделия и производства, а также принимая во внимание специфику связи с внешними системами может быть предложена архитектура информационной системы управления цифрового двойника на производстве (рисунок 3.3.7).

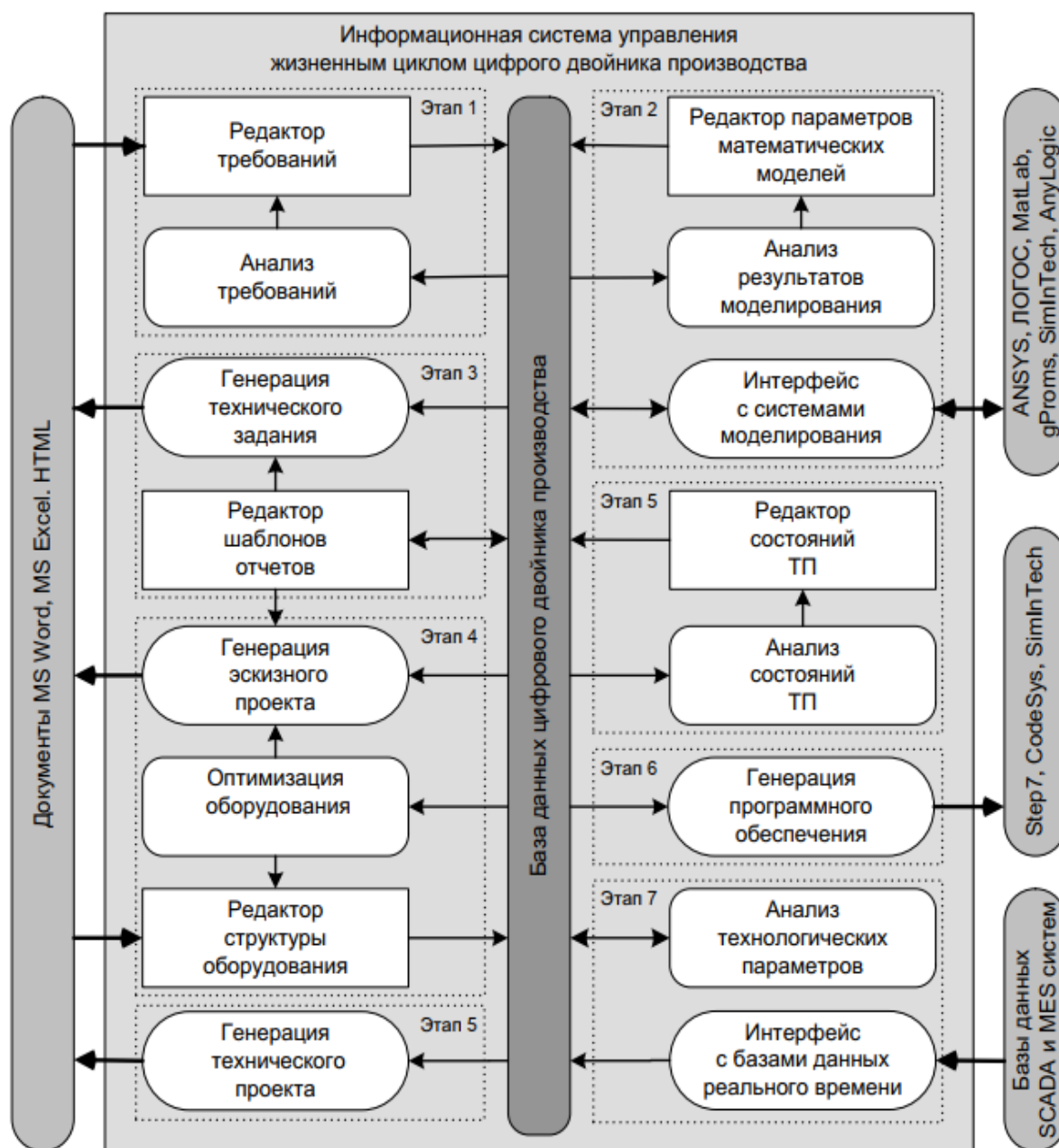


Рисунок 3.3.7 – Архитектура информационной системы управления цифрового двойника на производстве [87]

Таким образом, подводя итог, выделим следующие специфические особенности интегрированных процессов в непрерывных производственных системах:

- необходимость учета особенностей непрерывных технологических процессов, таких как единство технологического процесса, постоянство работы оборудования, синхронизация режимов работы агрегатов, большие объемы переработки поступающего сырья и т.п.;

– обоснованность использования MES-систем (система управления производственными процессами) как систем исполнительного типа в управлении производством, что позволяет отследить использование ресурсов предприятия на каждом производственном участке и складских помещениях, проводить стратегическое и оперативно-календарное планирование, осуществлять функции диспетчеризации производства, управлять электронным документооборотом, формировать банки данных для принятия управленческих решений, осуществлять техническое обслуживание и ремонт оборудования, технологических линий и т.п.;

– важность внедрения искусственного интеллекта при работе с данными, включая системы «умного производства», создание цифровых двойников производства и изделий;

– разработка и внедрение адаптивного программного обеспечения управления процессами производства по всем этапам его жизненного цикла;

– достижение единства функционирования операционной системы, система управления и корпоративной культуры промышленного предприятия;

– обеспечение интеграции горизонтальных и вертикальных функций в организационной структуре предприятия и по цепочке поставок продукции на основе информационно-коммуникационных технологий и программных комплексов.

4 АПРОБАЦИЯ ИНСТРУМЕНТОВ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ОКИСИ ЭТИЛЕНА ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ»

4.1 Аудит существующих организационно-технических решений в области цифровой интеграции управления реконструкцией производства окиси этилена

Аудит занимает одно из центральных мест в системе управления промышленных предприятий. Он включен в состав функций управления, которые реализуются как контроллинг и мониторинг эффективности и результативности производственно-хозяйственной деятельности предприятия в целом, а также его отдельных процессов – процессов производства, складских и производственных операций и т.п.

Рассмотрим вопросы проведения аудита организационно-технических решений на примере структурного подразделения ПАО «Нижнекамскнефтехим» [86] группы компаний «Сибур» [33]. Для примера будем использовать проект – «Реконструкция производства окиси этилена с увеличением мощности с 264 до 389 тыс. тонн в год по эквивалентной окиси этилена». Цель данного проекта заключается в реконструкции производства окиси этилена на «Нижнекамскнефтехим» (НКНХ) для увеличения мощности по эквивалентной окиси этилена на 125 ттг (с 264 до 389 ттг на 8760 ч/год работы) и загрузки новой установки ЭП-600 за счет дополнительной монетизации этилена (79 ттг доп. потребления этилена).

Опираясь на исследования в области аудита на промышленном предприятии [51,54,63,64,69], перейдем к рассмотрению элементов аудита для данного проекта структурного подразделения группы компаний «Сибур» – НКНХ. Элементами аудита организационно-технического решения по реализации проекта реконструкции производства окиси этилена с увеличением

мощности с 264 до 389 тыс. тонн в год по эквивалентной окиси этилена будут являться следующие.

1) Анализ стратегических предпосылок реализации организационно-технического решения.

– рыночные: возможность роста в эффективном переделе монетизации этилена, ориентированном на рынок РФ - дозагрузка собственных мощностей по переработке окиси этилена (ОЭ), включая товарную ОЭ, ростпродаж моноэтиленгликоля (МЭГ) в РФ и развитие продаж деривативов ОЭ (неонолы и полиэтиленгликолей (ПЭГ)); создание возможностей для дальнейшего развития деривативов ОЭ в РФ за счет развития клиентов в строительной и сельскохозяйственной отрасли;

– технологические: внедрение передовых технологических решений, позволяющих снизить расходные нормы по энергетике и перейти из 4-го во 2-й квартиль по ИТЭ, снизить расходную норму по этилену и перейти из 4-го в 3-й квартиль по ИТЭ; обеспечение потенциала к увеличению межремонтного интервала более 2-х лет;

– использование опыта аналогичной модернизации Сибур-нефтехим (СНХ).

2) Риски реализации организационно-технического решения.

Риски реализации организационно-технического решения в разрезе категорий риска, возможных последствий и превентивные мероприятия для них сведены в таблицу (таблица 4.1.1).

3) Оценка технических возможностей реализации организационно-технического решения.

Таблица 4.1.1 – Риски реализации организационно-технического решения по реконструкции производства окиси этилена на «Нижнекамскнефтехим» (обобщено автором)

Категория риска	Последствия	Превентивные мероприятия
Санкционный риск	Недоступность лицензии и PDP от Scientific Design	1. 100% предоплата за лицензию и PDP (3,2 + 1,85 млн. \$) 2. Приобретение увеличенного объема технических данных для обеспечения возможности НИПИГАЗ завершить проектирование без Лицензиара.
	Недоступность проприетарного оборудования (узел смешения кислорода, узел возврата этилена)	1. ПО - Сформировать ОЛ и обеспечить проработку рынка поставщиков; 2. ФОП - совместно с ФЭП и Sinopec сформировать пул валидированных вендоров, организовать аудиты в случае необходимости; 3. ФОП/ПО/ФЭП – проработать альтернативных поставщиков проприетарного оборудования; 4. Совместно с ФЭП провести анализ рынков РФ и Индии, квалифицировать доп. поставщиков реакторов, разработать лог. концепцию.
	Невозможность обеспечения поставки высокоселективного катализатора от лицензиара / Альтернатива: монтаж 6-го реактора	1. Проработка альтернативных поставщиков катализатора из дружественных стран (реф. визит, Sinopec, Dalian) 1 кв. 2024; 2. Проработать поставку по схеме параллельного импорта SD; 3. Завершение тестирования аналогов (Sinopec, Dalian) и собственной разработки катализатора; 4. Монтаж 6-го реактора для митигации риска более низкой эффективности альтернативного катализатора.
Высокая неопределенность капитальных затрат (+50/-30%)	Рост капитальных затрат в связи с ранней стадией	1. Совместная с эксплуатацией: - Приемка технической документации от проектной организации с целью детального анализа технических решений на достаточность и актуальность; - Формирование детальных исходных данных для проектирования. 2. Проведение сессий VE в рамках рассмотрения 3D модели и после получения РКД с целью оптимизации технических и проектных решений
Рыночный риск	Снижение спроса на рынке РФ в сегменте стройки и авто на 20%	1. Обеспечить плановый уровень продаж для дополнительного объема производства ОЭкв +125 ттг с контрактацией не менее 50% от объема ОЭ, МЭГ и Деривативов в долгосрочных договорах поставки; 2. Разработать мероприятия по митигации рисков дополнительных ограничений в части экспорта ОЭ, МЭГ, и Деривативов, а также готовой продукции потребителей ОЭиГ (HPEG, ПКС, ПЭГ, ТЖ, этаноламины, ЭЖС/SLES); 3. Проработка вариантов монетизации ОЭ через доп. производство МЭГ
Недостаточная предпроектная проработка	Необходимость доведения до норм действующей установки	1. Заблаговременное включение мероприятий по доведению до норм по результатам изысканий и обследований; 2. Изучение и учет опыта СНХ по проведенной реконструкции

В случае реализации варианта с 5 реакторами мощности при фонде рабочего времени 8000 ч будут идентичны вариантам с 6 реакторами, но 6 реакторов (+2,45 млрд. р.) позволяют:

1) митигировать риск эксплуатации неоригинальных катализаторов, сбоев в технологическом процессе, исключает колебания технологического процесса в период перегрузки катализатора на линии, состоящей из двух реакторов;

2) получить потенциал увеличения производительности и перевода установки на УМИ-4;

3) митигировать риски новых санкционных ограничений в случае новых взаимодействий с лицензиаром для дальнейшей реконструкции;

4) увеличить годовую производительность за счет сокращения ОР с 25 до 15 суток на одной линии;

5) улучшить расходные нормы по сырью и энергетике;

6) переход по ИТЭ с 4-го во 2-й квартиль.

Блок-схема обоснования по увеличению мощности по эквиваленту окиси этилена (ОЭ) до 355 ттг на 8000 ч/год приведена на рисунке 4.1.1.

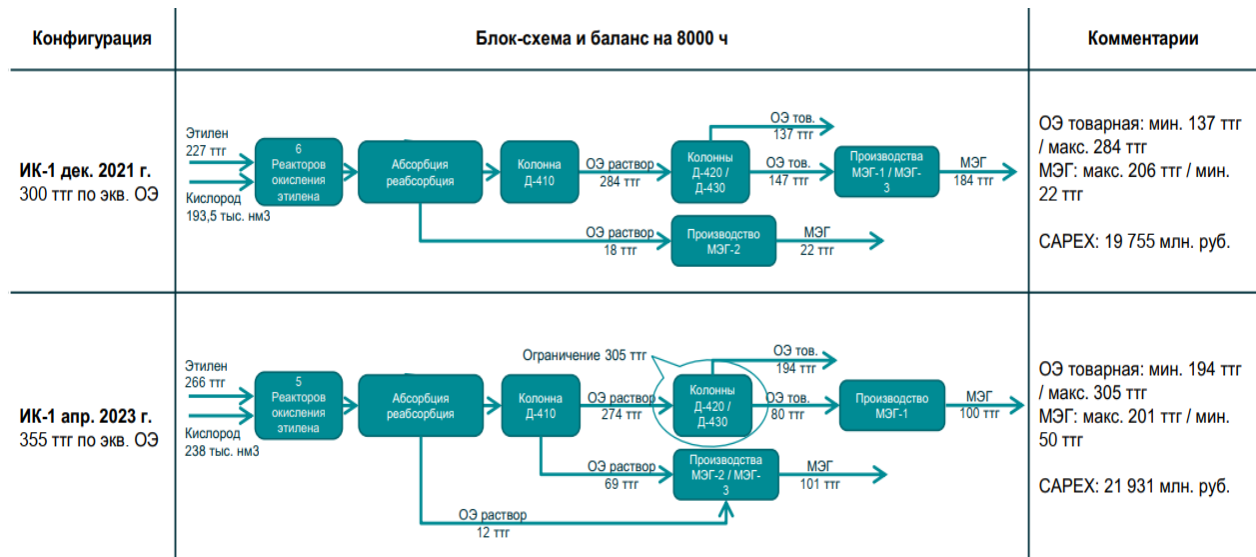


Рисунок 4.1.1 – Блок-схема обоснования по увеличению мощности по эквиваленту окиси этилена на «Нижнекамскнефтехим» [86]

4) Сравнительная оценка технологии производства.

Опишем основные технологии производств ОЭ СНХ и НКНХ.

1. Процесс производства ОЭ представляет собой окисление этилена чистым кислородом в присутствии серебряного катализатора, которое протекает в трубчатом реакторе на стационарном слое катализатора при повышенной температуре

2. Циркуляционный газ из реакторного блока окисления поступает в блок удаления CO_2 , где он проходит очистку и возвращается обратно. Концентрация CO_2 составляет менее 1%, что улучшает селективность процесса получения ОЭ и обеспечивает срок службы катализатора 4 года и повышенную рабочую скорость до $290 \text{ кг} \cdot \text{м}^3/\text{ч}$

3. Небольшая часть окиси реагирует с водой, выделившейся в процессе, с образованием гликолей. При этом на стадии абсорбции происходит поглощение ОЭ сорбентом, на стадии десорбции – отделение ОЭ из сорбента, на реабсорбции – отделение сдувок.

4. Для очистки сорбента и повышения качества МЭГ на СНХ предусмотрен узел химической и ионообменной очистки водно-гликолевых растворов для удаления альдегидов, органических кислот, продуктов термического разложения гликолей

5. Наличие возвратного компрессора этилена позволяет не сжигать сдувки в печах, а возвращать их в процесс, увеличивая при этом экономию потребления этилена.

6. В колонне Д-510 происходит отпарка CO_2 от ОЭ. 7-8. На СНХ имеется два направления: на получение товарной ОЭ и МЭГ. В колонне Д- 410 происходит отделение ОЭ от воды (рисунок 4.1.2).

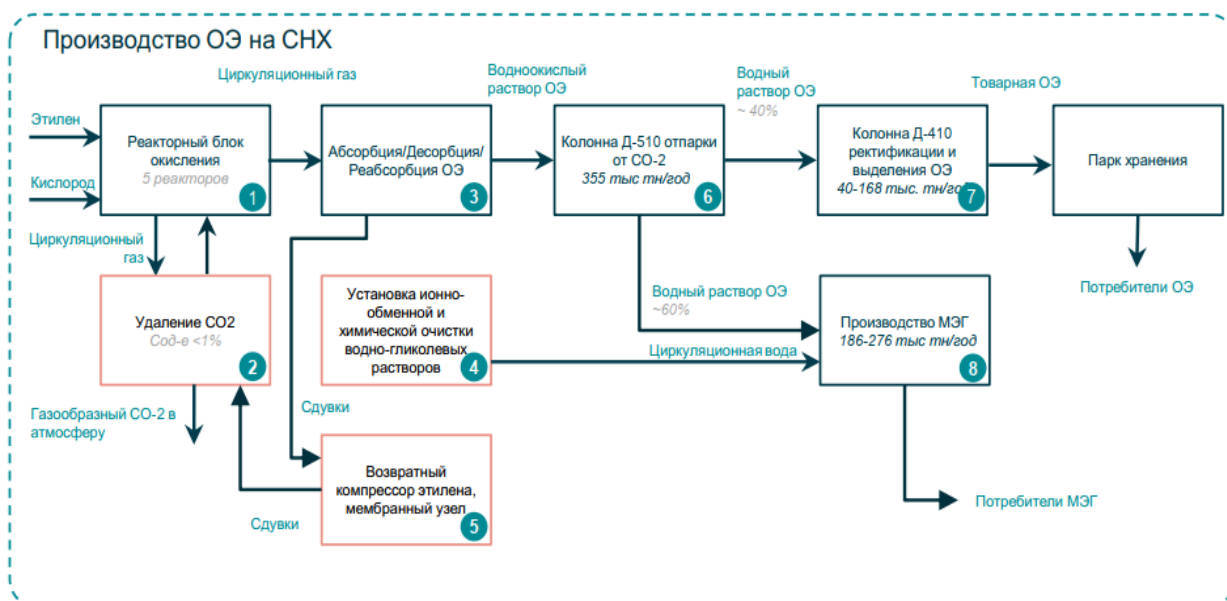


Рисунок 4.1.2 – Производство окиси этилена на Сибурнефтехим [33]

Технологический процесс производства окиси этилена на Нижнекамскнефтехим может быть охарактеризовано следующим образом.

1. Аналогичен СНХ.
2. Циркуляционный газ из реакторного блока окисления поступает в блок удаления CO_2 , где он проходит очистку и возвращается обратно. Концентрация CO_2 составляет 3-5% и позволяет работать на высокоактивном и среднеселективном катализаторе при пониженной рабочей скорости 200-210 кг*м³/час 4 года, при 230 – 240 кг*м³/час 2 года (ускоренная деградация катализатора).
3. Аналогичен СНХ. Часть сдувок при этом сжигается на печах, а не возвращается в процесс.
4. В колонне Д-410 происходит отделение CO_2 от ОЭ, аналог колонны Д-510 на СНХ.
5. Колонны Д-420, Д-430 и Д-410 сбалансированы по нагрузке и имеют одинаковую мощность. Отделившись от воды в колонне Д-420, ОЭ попадает в колонну Д-430 для очистки от альдегидов.

6. Очистка ОЭ от альдегидов и накопление образующихся в процессе реакции гликолей осуществляется в виде получения технического МЭГ на установке гидратации ОЭ и ректификации гликолей (рисунок 4.1.3).

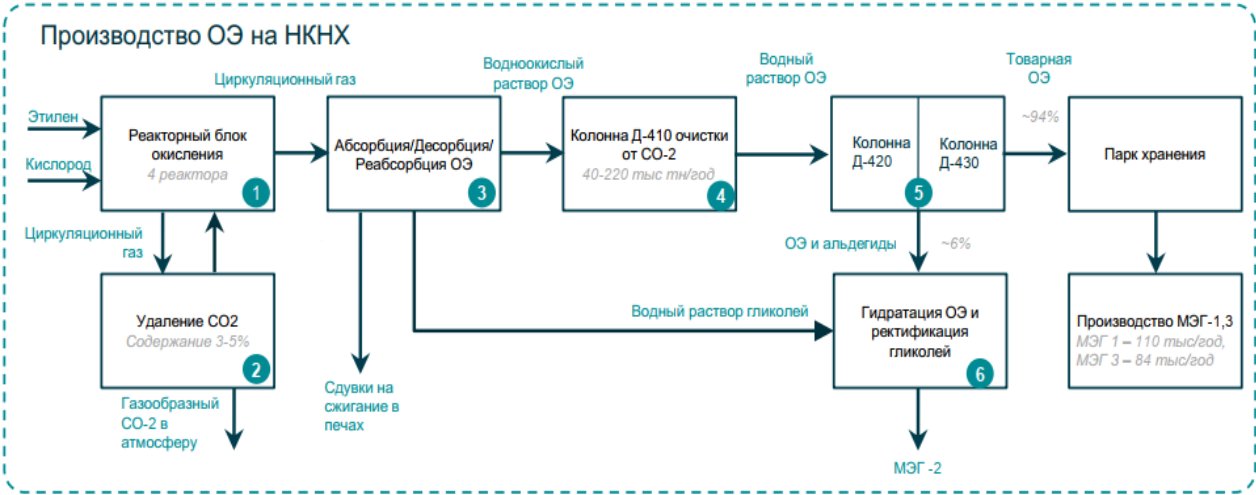


Рисунок 4.1.3 – Производство окиси этилена на Нижнекамскнефтехим [86]

Сравнение установок окиси этилена и гликолей Сибур-нефтехим и Нижнекамскнефтехим представлено на схеме (рисунок 4.1.4).

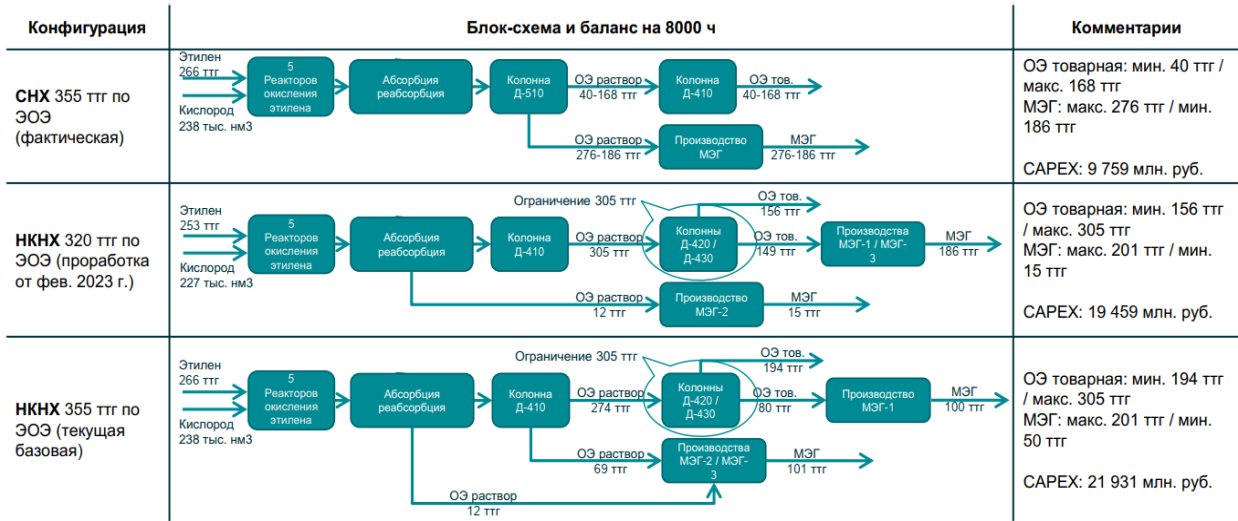


Рисунок 4.1.4 – Сравнение установок окиси этилена и гликолей Сибур-нефтехим и Нижнекамскнефтехим [33,86]

5) Оценка эффективности различных вариантов организационно-технического решения.

Вариант 5-реакторной схемы имеет лучшие экономические показатели по сравнению с 6-реакторной схемой.

Однако 6-реакторная схема позволяет:

1) митигировать риск эксплуатации альтернативных катализаторов, сбоев в технологическом процессе, исключает колебания технологического процесса в период перегрузки катализатора на линии, состоящей из двух реакторов.

2) получить потенциал увеличения производительности и перевода установки на УМИ-4.

3) митигировать риски новых санкционных ограничений в случае новых взаимодействий с лицензиаром для дальнейшей реконструкции.

В связи с этим, предлагаем в качестве базового сценария принять схему с 5 реакторами. Но на этапе «Подготовка к реализации» приобрести лицензию и выполнить проектирование для схемы с 6 реакторами, к решению по выбору сценария с 5 или 6 реакторами вернуться перед этапом заказа оборудования (рисунок 4.1.5).

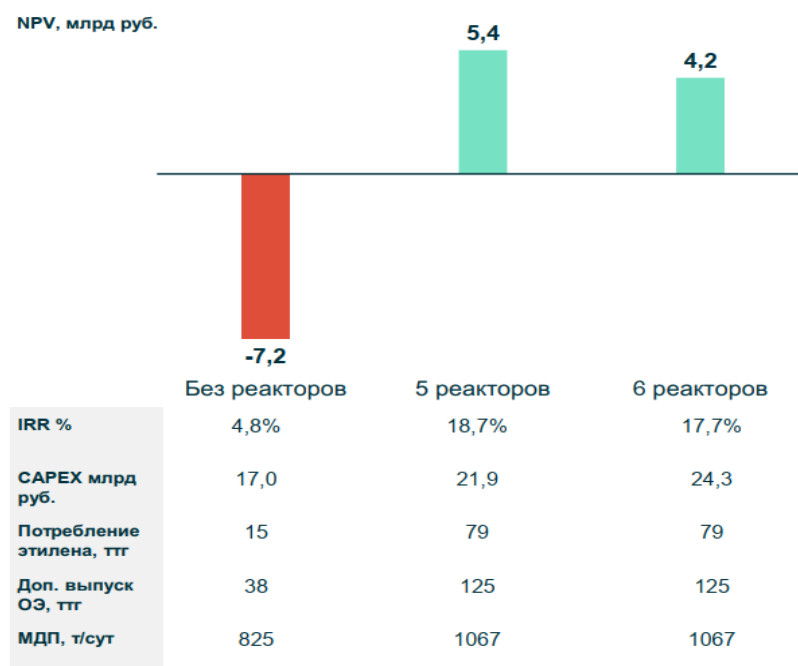


Рисунок 4.1.5 – Оценка эффективности различных вариантов организационно-технического решения [33]

б) Оценка экологической составляющей реализации организационно-технического решения.

Учитывая специфику отрасли, в которой принимается организационно-техническое решение, целесообразно оценить влияние проекта на показатели выбросов парниковых газов.

Расчеты показали, что удельный показатель выбросов CO₂ на единицу продукции уменьшается за счет внедрения более энергоэффективной технологии - с 0,84 т/т экв. CO₂ до 0,7 т/т экв. CO₂.

Прямые выбросы с технологии. Реконструкция подразумевает переход на высокоселективный катализатор, т.е. в ходе реакции большее количество этилена превратится в целевой продукт (окись этилена), а не окислится до CO₂. При проработке проекта учтен опыт аналогичных реконструкций на СИБУР-Нефтехиме.

– до реконструкции на начало цикла образовывалось 10,22 т/ч CO₂, на конец цикла – 12,27 т/ч, в среднем – 11,25 т/ч;

– после реконструкции на начало цикла будет образовываться 9 т/ч CO₂, на конец цикла - 13 т/ч, в среднем - 11 т/ч.

Таким образом, прямой выброс CO₂ из-за более селективного катализатора даже при увеличении мощности производства с 264 до 389 ттг уменьшится на 0,25 т/ч.

2. По Score 2 в абсолютном значении есть прирост, но в удельном - снижение (современная технология), т.к. до реконструкции мощность пр-ва составляет 264 ттг (это 0,41 т CO₂ на тонну продукта), а после реконструкции - 389 ттг (это 0,36 т CO₂ на тонну продукта).

Сравнительная характеристика по оценке влияния проекта на показатели выбросов парниковых газов представлена в таблице в масштабах ПАО «Сибур Холдинг» (СХ), предприятия (ПП) и производства / цеха (П/Ц) (таблица 4.1.2).

Таблица 4.1.2 – Оценка влияния проекта по реконструкции производства окиси этилена на показатели выбросов парниковых газов [33]

Показатели	До реализации (до 2022 г.)				После реализации (прогноз)				Вклад в выбросы ПГ (прогноз)	
	СХ	ПП	П / Ц		СХ	ПП	П / Ц		СХ	ПП
	тыс. тонн (CO ₂ -экв)		тыс. тонн (CO ₂ -экв)	т CO ₂ / т прод.	тыс. тонн (CO ₂ -экв)		тыс. тонн (CO ₂ -экв)	т CO ₂ / т прод.	%	%
Прямые выбросы парниковых газов (Score 1)	19285	3073	103	0,43	19284	3072	102	0,34	0,5	3,3
Косвенные энергетические выбросы (Score 2)	10223	4769	99	0,41	10232	4778	107,7	0,356	1,0	2,3
ИТОГО	29508	7842	202	0,84	29516	7850	210	0,7	0,7	2,7

7) Изучение возможности апробации результатов организационно-технического решения.

Реализация проекта по реконструкции производства окиси этилена на Нижнекамскнефтехим может быть совершенствована благодаря изучению опыта и учета положительного и негативного результатов по реализации аналогичного проекта на Сибур-нефтехим.

Выделим следующие виды причин негативного опыта и возможные подходы к их устранению.

1. Недостаточность экспертизы для принятия инвестиционного решения без достаточной инженерной проработки проекта.

На момент принятия инвестиционного решения оценка физ. объемов и стоимости была выполнена по объектам-аналогам. Заказчик не провел качественную предпроектную проработку (не выполнено полноценное ТЭО/ОТР).

Для этого, на этапе от ИК-1 до ИК-2 будут детально проработаны технические решения, вплоть до покупки РКД и разработки 3D модели с детализацией 30-60% (в зависимости от специфики проекта) для определения максимально точных финансовых оценок (ФО).

2. Недостаточная укомплектованность ПО заказчика для качественной приемки документации

Неоднократное изменение/уточнение ФО в процессе разработки РД и проведения СМР приводило к необходимости пересмотра и корректировки бюджета проекта.

Для повышения контроля качества документации и изменения физических объемов на разных стадиях необходимо:

- формирование проектной команды, включающей управление проектированием, управление планирования и контроля;
- обучение персонала проектной команды методологии приемки документации (выявление ошибок и коллизий) и контролю изменения ФО от стадии к стадии проекта;
- анализ изменения технических решений с учетом возможного влияния на изменение ФО на всех стадиях (ОТР, ПД, РД, АН).

3. Ошибки проектирования и недостатки исходных данных.

Выявлены коллизии и несоответствия между разделами проекта, а также существующими конструкциями на стадии проведения СМР

Для усиления процедуры контроля и приемки документации и улучшение качества исходных данных необходимо:

- планирование и проведение ритуалов для обеспечения своевременной и качественной проверки и приемки разработанной документации;
- проведение лазерного сканирования при реконструкции объекта с целью применения результатов при разработке РД.
- контроль проведения проектировщиком проверки 3D-модели на коллизии с предоставлением соответствующих отчетов.

4. Недостаточная квалификация сотрудников ПО.

- отсутствие опыта управления подобными проектами у РП;
- недостаточный опыт экспертов СМР.

При реализации проекта следует проводить комплектацию ПО сотрудниками, имеющими опыт реализации аналогичный проектов (80% наполнения офиса).

5. Недооценка риска отказа подрядчика по завершению работ по нерыночным/убыточным контрактным расценкам.

Не учтен риск роста стоимости остатка работ по проекту при отказе ген. Подрядчика на выполнение работ по нерыночным / убыточным расценкам

В случае наличия риска роста стоимости работ необходимо включить его в план управления рисками с высокой категорией критичности.

В группе компаний «Сибур» идет активная работа по импортозамещению, в том числе в области информационно-коммуникационных технологий, включая программное обеспечение и корпоративную систему управления.

Основой принцип достижения ИТ-безопасности в группе компаний «Сибуре» является мультивендорность.

При реализации организационно-технических решений в группе компаний «Сибур» непосредственное участие принимает цифровой офис. Задачей цифрового офиса является внедрение цифровых инструментов по группам направлений деятельности. В целом в цифровом офисе группы компаний «Сибур» реализуется 3 направления использования цифровых инструментов, их состав представлен на рисунке (рисунок 4.1.6).

Данные направления работы цифрового офиса группы компания «Сибур» применяются при реализации организационно-технических решений, в том числе при реконструкции производства окиси этилена с увеличением мощности с 264 до 389 тыс. тонн в год по эквивалентной окиси этилена на Нижнекамскнефтехим.



Рисунок 4.1.6 – Направления цифрового офиса группы компания «Сибур»
(обобщено автором)

Таким образом, 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 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.

4.2 Апробация модели трансформации интегрированных систем менеджмента производственных процессов

Трансформация неизбежно влечет за собой структурные трансформации, включая организационные структуры и производственные процессы, объединение последних в целях сокращения времени производственного цикла. Реализация организационно-технических решений традиционно осуществляется посредством инвестиционных проектов, экономически и технологически целесообразных. Повысить эффективность и добиться ожидаемого эффекта реализации таких проектов видится возможным в результате интеграции производственных процессов с учетом положений интегрированной системы менеджмента.

Прежде всего, уточним, что 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 4.2.1).

Таблица 4.2.1 – Специфика данных интегрированной системы менеджмента 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. Так детализированные данные таблицы 4.2.1 внедрены в архитектуру системы поддержки управления изменениями в контексте ИСМ и интеграции производственных процессов, представленную на рисунке 4.2.1. Заливка элементов в блоках уровней автоматизированного управления производственным предприятием соответствует витринам данных интегрированной системы менеджмента.

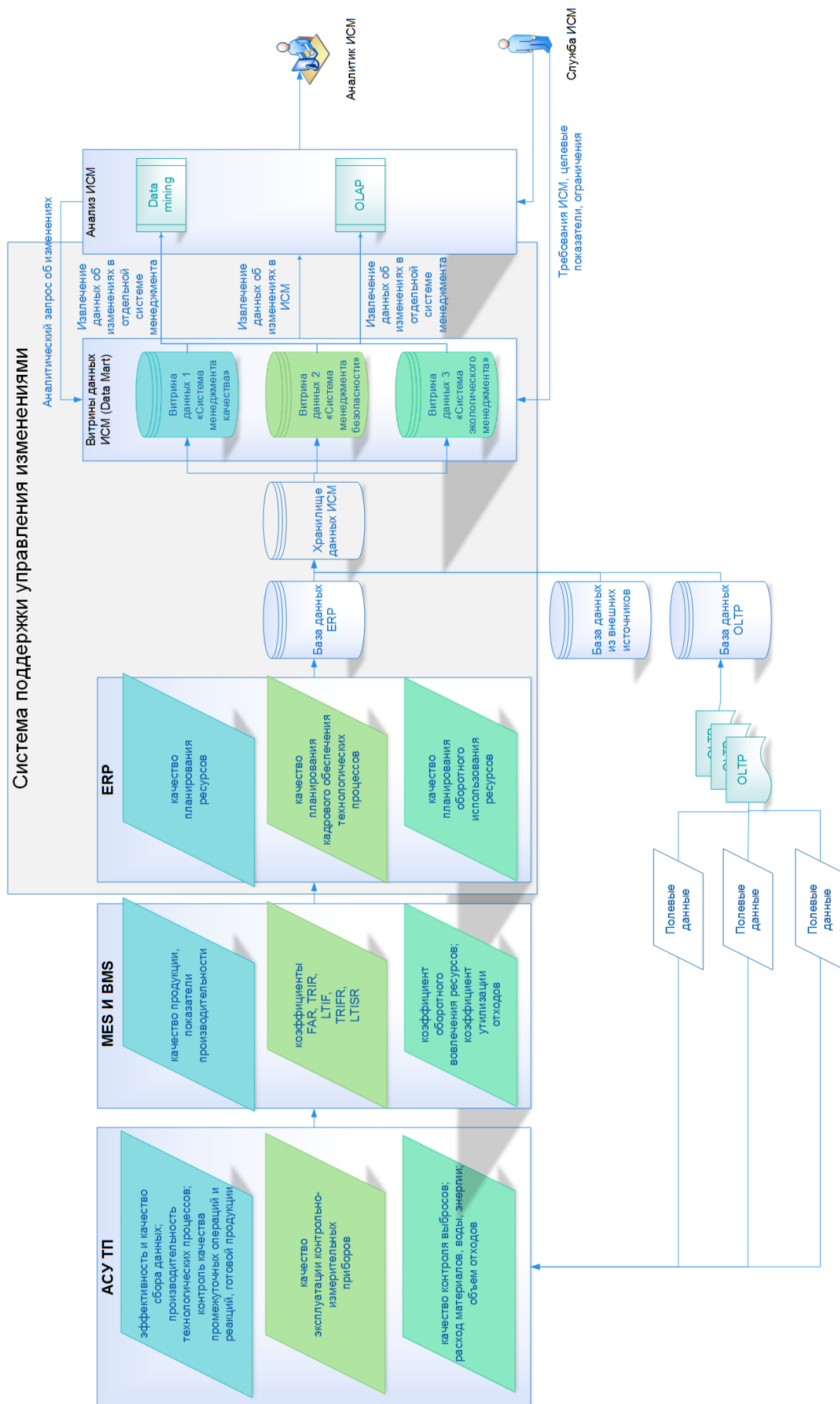


Рисунок 4.2.1 – Архитектура системы поддержки управления изменениями в контексте ИСМ и интеграции производственных процессов (систематизировано автором)

Блок АСУ ТП апробирован на примере производства окиси этилена (ОЭ), схема которого отражена на рисунке 4.2.2. Схема соответствует проекту «Реконструкция производства окиси этилена с увеличением мощности с 264 до 389 тыс. тонн в год по эквивалентной окиси этилена», реализуемому на производственной площадке ПАО «Нижнекамскнефтехим» в рамках развития ПАО «СИБУР Холдинг». Колонны предназначены для очистки от СО-2 (Д-410), воды (Д-420), альдегидов (Д-430). На выходе – товарная окись этилена (ОЭ тов.) и моноэтиленгликоль (МЭГ).

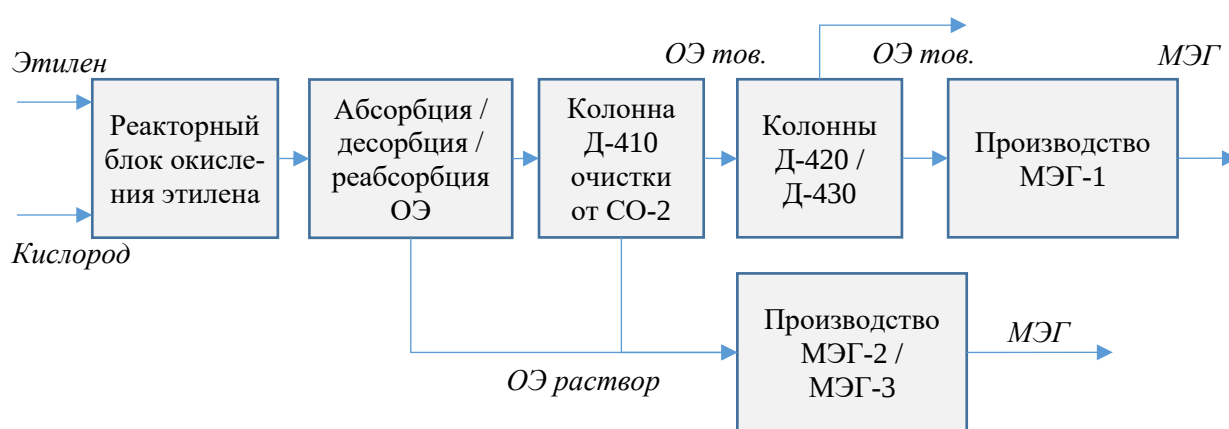


Рисунок 4.2.2 – Схема производства окиси этилена на ПАО «Нижнекамскнефтехим» в рамках проекта увеличения мощности производства (по материалам инвестиционного комитета)

Исходя из схемы производства окиси этилена, детализирован уровень АСУ ТП, основанный на принципе соответствия витринам данных, выделенных в контексте интегрированной системы менеджмента (рисунок 4.2.3). Данная индикативная система охраны труда и окружающей среды, промышленной безопасности и качества гармонично встраивается в предложенную выше (в параграфе 3.1 диссертации) систему стандартных критериев эффективности систем поддержки управления изменениями, включая такие изменения, как реконструкция производств, техническое перевооружение, модер-

низация установки производства и другие проекты, актуальные для предприятий ПАО «СИБУР Холдинг».

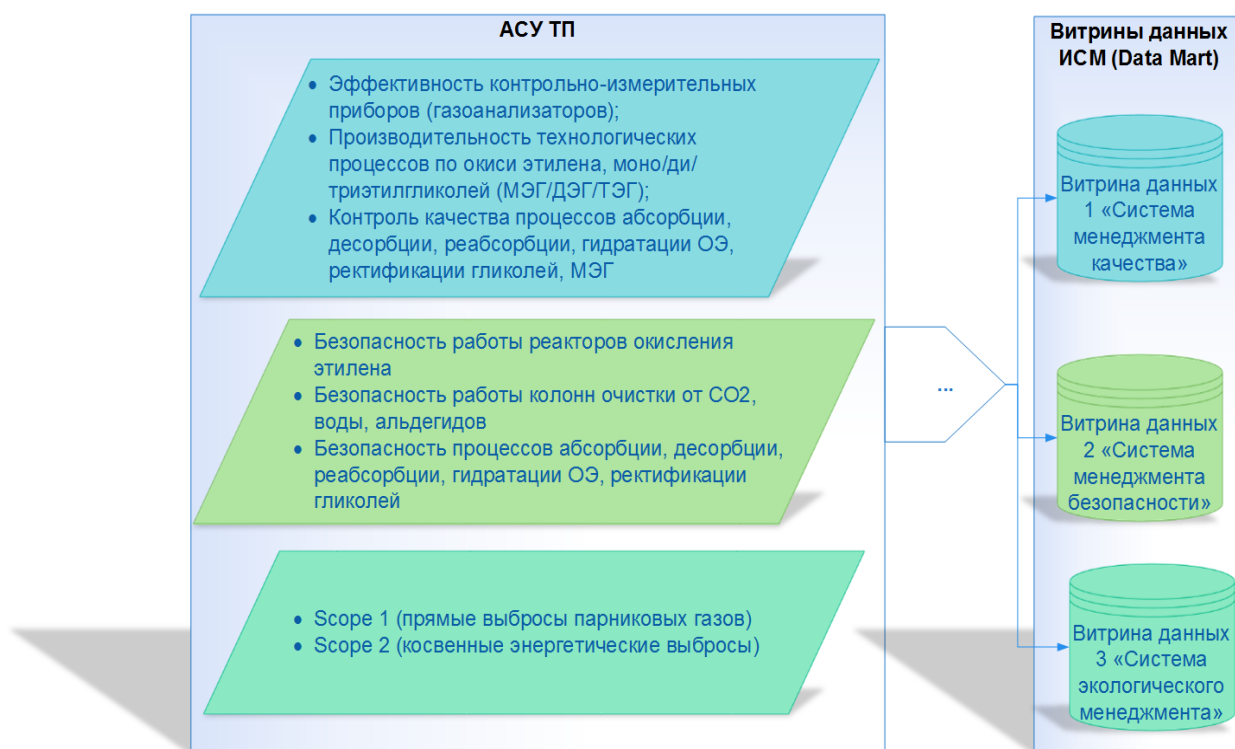


Рисунок 4.2.3 – Детализация АСУ ТП на примере производства окиси этилена (построено автором)

На основе сформулированных выше положений о квантовой модели интегрированной системы менеджмента, системе поддержки управления изменениями и ее показателях эффективности, об упорядочении производственной системы в результате управления изменениями построена апробированная модель управления интеграцией производственных процессов (рисунок 4.2.4). 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.

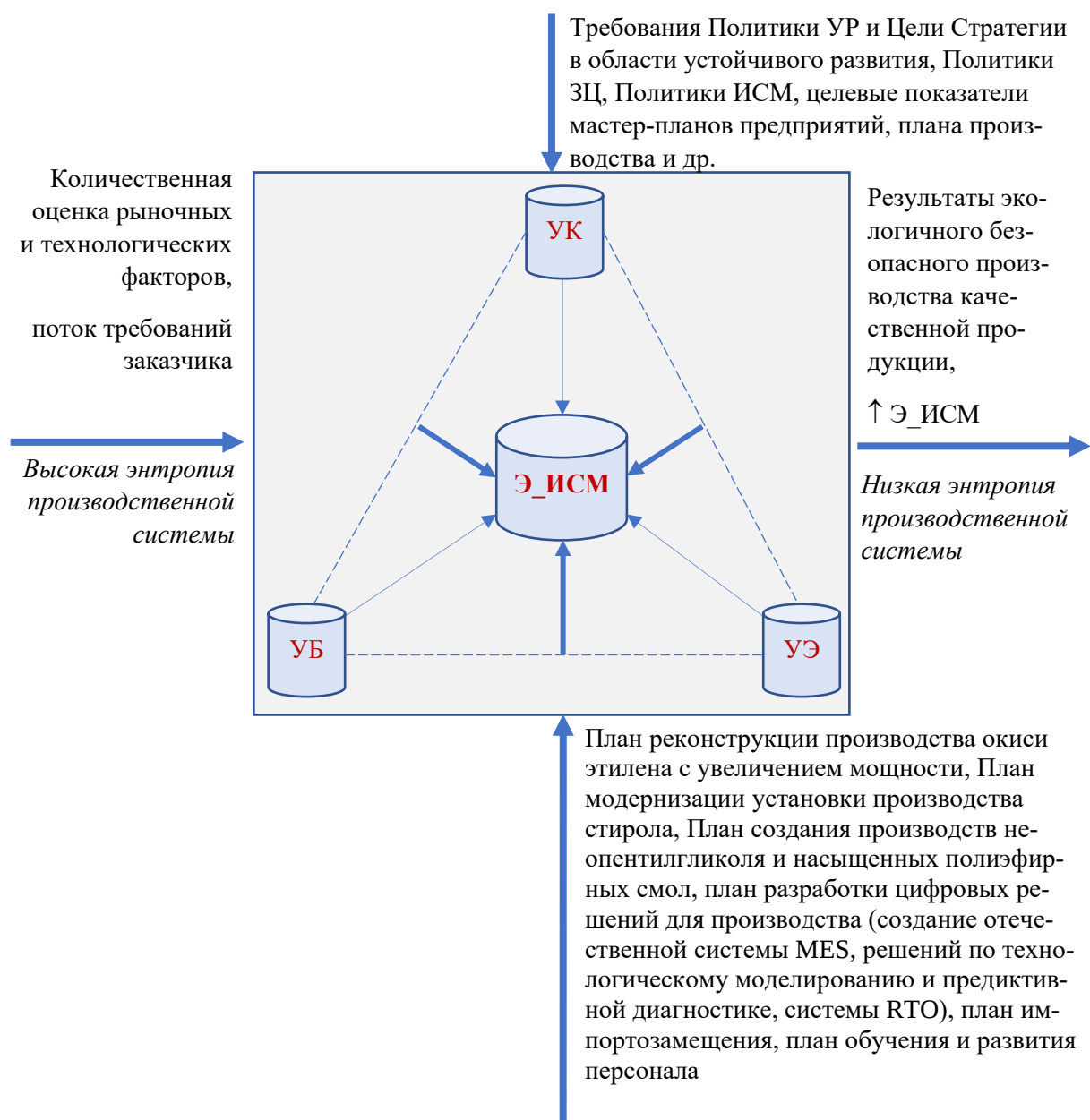


Рисунок 4.2.4 – Индикативная квантовая модель интегрированной системы менеджмента ПАО «СИБУР Холдинг» (разработана автором)

В качестве требований выделены Политика в области проведения корпоративных мероприятий в контексте повестки устойчивого развития (Политика УР), Политика в области экономики замкнутого цикла и снижения климатического воздействия ООО «СИБУР» и предприятий ПАО «СИБУР Холдинг» (Политика ЗЦ), Политика интегрированной системы менеджмента ООО «СИБУР» и предприятий ПАО «СИБУР Холдинг» (в области охраны труда и окружающей среды, промышленной безопасности и качества) (Политика ИСМ).

тика ИСМ) и др. В качестве инструментария управления интеграцией производственных процессов выделены планы развития производственных мощностей, цифровых решений, кадрового обеспечения.

Изменения, реализуемые в целях повышения результативности интегрированной системы менеджмента, охватывают проекты в области цифровизации, реконструкции, модернизации, создания новых производств. Ключевыми траекториями совершенствования производственных процессов ПАО «СИБУР Холдинг» являются:

- 1) достижение целей устойчивого развития, определенных Обновленной стратегией ПАО «СИБУР Холдинг» в области устойчивого развития до 2025 года;
- 2) достижение целей, соответствующих принципам экономики замкнутого цикла;
- 3) расширение взаимодействия с российскими поставщиками в рамках реализации политики импортозамещения.

Далее представлена апробация индикативной системы оценки эффективности системы поддержки управления изменениями, подробно описанной в параграфе 3.1 (рисунок 3.1.3). Оценены характеристики производства предприятий ПАО «СИБУР Холдинг» за 2022-2023 годы. Прежде всего, анализируя изменение энтропии производственной системы, можно судить о ее тенденции к снижению за последние 3 года (таблица 4.2.1). Тенденция расценивается как позитивный результат модернизации производственной системы, включая внедрение новейших технологий.

Таблица 4.2.1 – Изменение энтропии производственной системы ПАО «СИБУР Холдинг» (рассчитано автором)

Показатели	2021	2022	2023
Прибыль до налогообложения, млн. руб.	298 455	230 362,13	120 094,09
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 (3.1.2), уровня безопасности производства (УБ) по формуле (3.1.3), уровня экологизации производственных процессов (УЭ) по формуле (3.1.4) и интегрального показателя Э_ИСМ по формуле (3.1.1). Рассчитанные показатели представлены на рисунках 4.2.5-4.2.7.

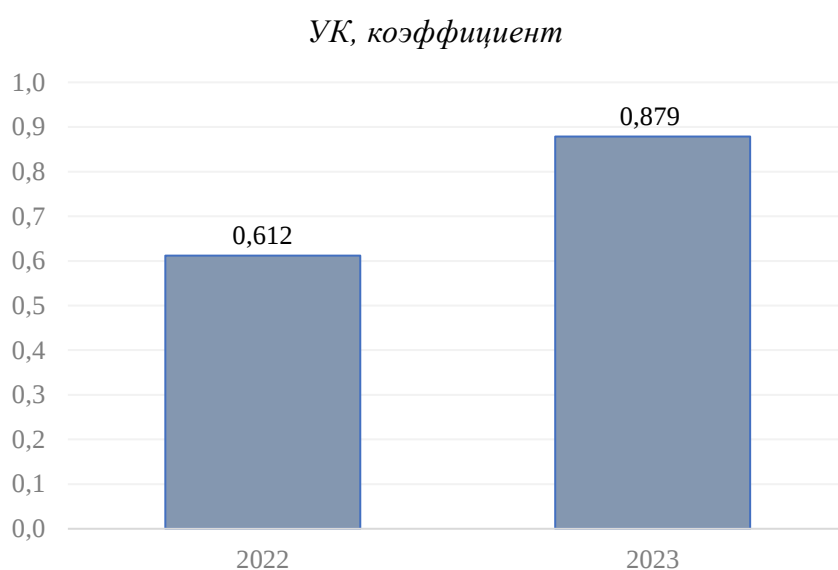
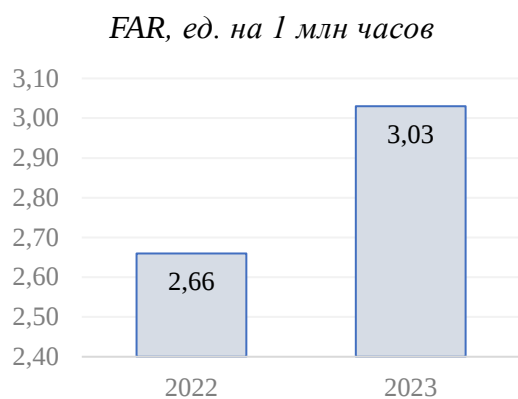
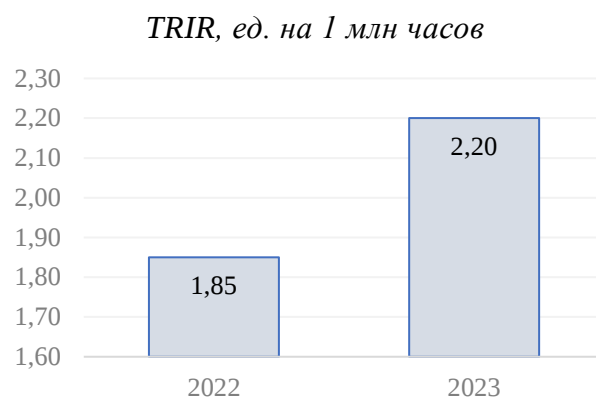


Рисунок 4.2.5 – Апробация метода оценки уровня выполнения плана устойчивого развития ПАО «СИБУР Холдинг» как результат реализации системы менеджмента качества (рассчитано согласно авторской методике по данным [82])

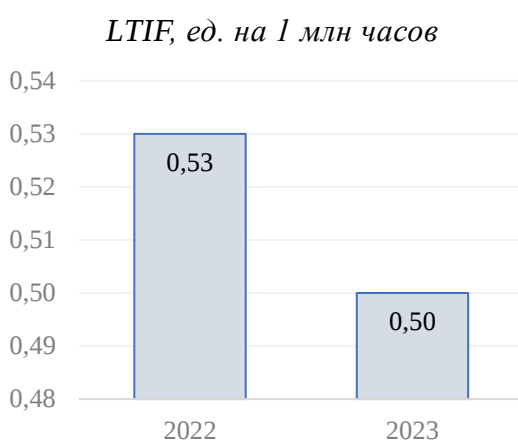
На рисунке 4.2.6 отражены частные показатели, формирующие витрину данных 2 «Система менеджмента безопасности», а также интегральный показатель безопасности производства (УБ) ПАО «СИБУР Холдинг». Удельные показатели аварийности, происшествий, травматизма на производственных предприятиях Холдинга в динамике увеличились (рисунок 4.2.6 а, б, г, д), что отражено в снижении интегрального показателя с 0,390 до 0,346 и расценивается как негативное изменение.



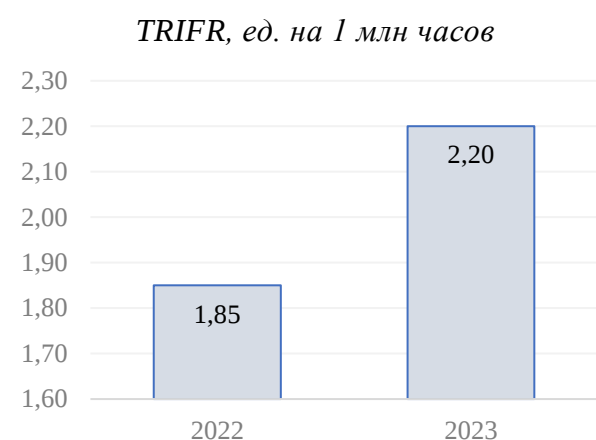
а) Общий коэффициент травматизма со смертельным исходом



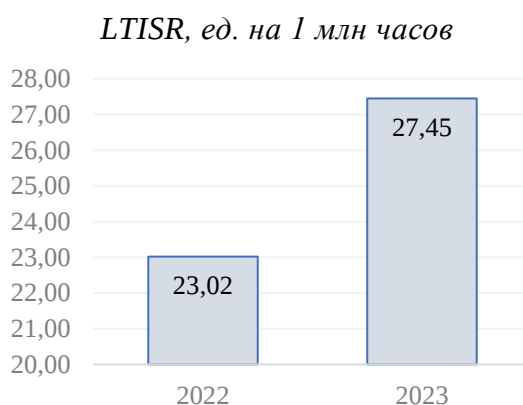
б) Коэффициент зарегистрированных происшествий



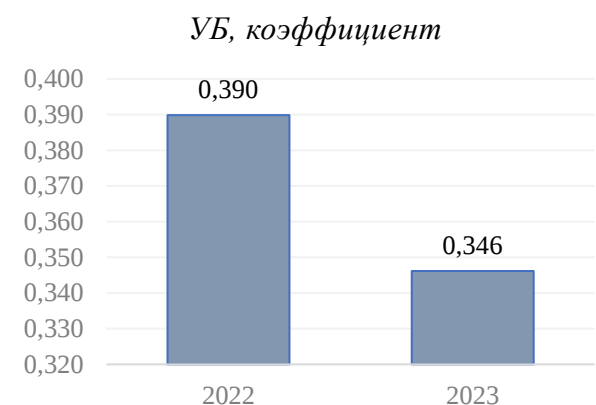
в) Коэффициент частоты травм с потерей рабочего времени



г) Общий коэффициент травматизма



д) Коэффициент тяжести травм с утратой трудоспособности



е) Интегральный уровень безопасности производства

Рисунок 4.2.6 – Апробация метода оценки уровня безопасности производства (рассчитано согласно авторской методике по данным [82])

Анализ экологических показателей представлен на рисунке 4.2.7.

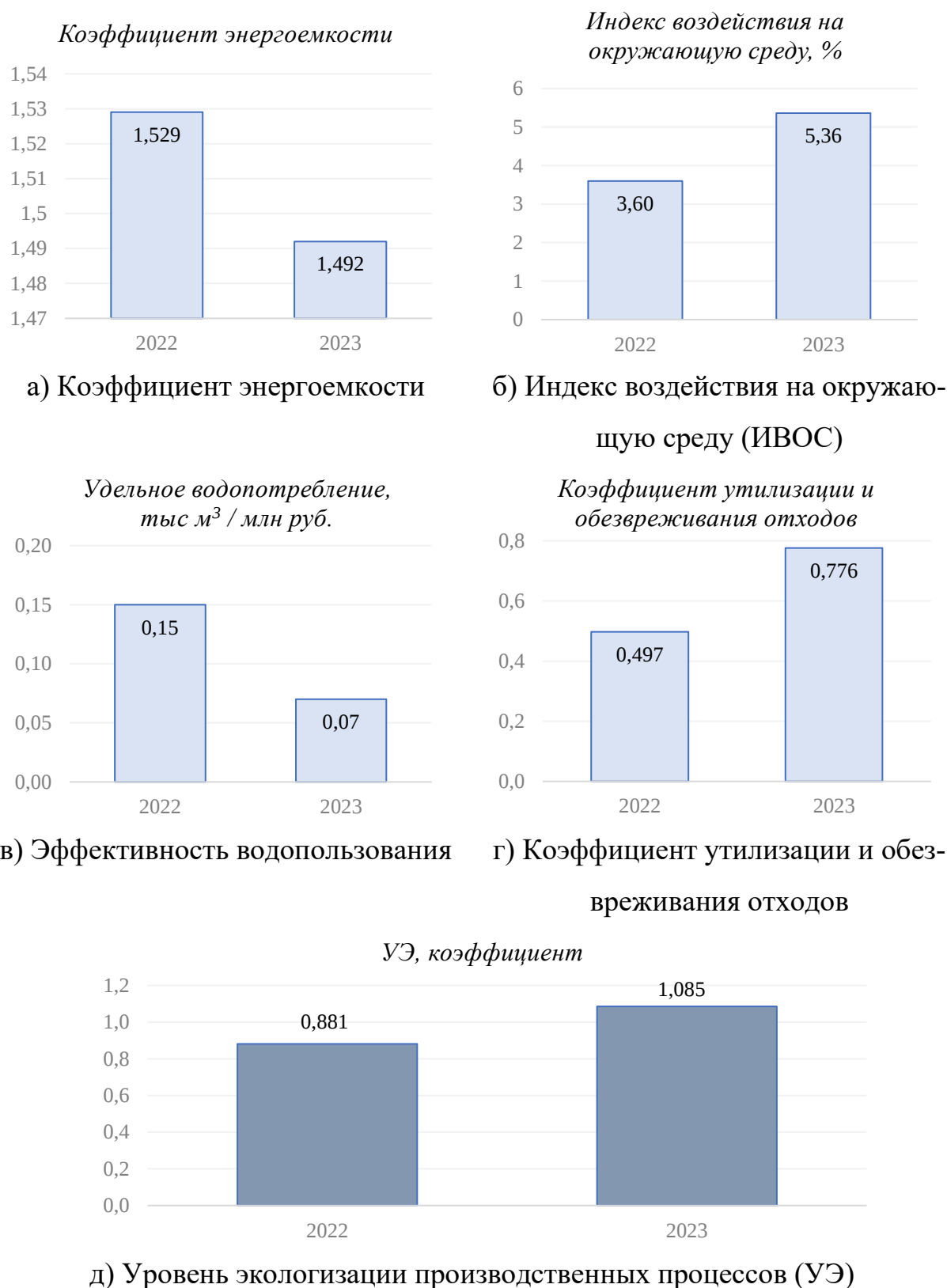


Рисунок 4.2.7 – Апробация метода оценки уровня экологизации производства (рассчитано согласно авторской методике по данным [82])

В соответствии с годовой отчетностью ПАО «СИБУР Холдинг» индекс энергоемкости (%) рассчитывается как отношение фактически потребленного объема энергоресурсов (внутри организации), необходимого для выпуска продукта, к эталонному значению объема потребления энергии (по аналогичному производству) [82]. Наш подход – коэффициентный, в связи с чем процентные значения сведены к коэффициентному выражению энергоемкости. Кроме того, интегральный показатель Э_ИСМ носит позитивный характер и требует включения соответственно выраженных элементов. В связи с этим далее в расчетную формулу включены обратные значения коэффициента энергоемкости производственных процессов предприятий Холдинга.

Индекс воздействия на окружающую среду (ИВОС) отражает объем осуществленных выбросов, сбросов и отходов в расчете на 1 тонну фактического объема выпуска продукции предприятия [82]. Далее негативный характер показатель также преодолевается путем расчета обратной величины.

Коэффициент эффективности водопользования представляет собой отношение объема общего водопотребления предприятиями Холдинга к объему чистой добавленной стоимости [82], позволяет оценить удельное использование водных ресурсов, вовлеченных в производственные процессы. Чем ниже значение показателя, тем более эффективно предприятие использует воду. Для расчета интегрального показателя приняты обратные величины коэффициента эффективности водопользования.

Коэффициент утилизации и обезвреживания отходов определен как отношение суммарного объема отходов, обезвреженных, утилизированных, переданных региональному оператору, сторонним организациям на утилизацию и обезвреживание, к общему объему отходов, образованных за год (I-V класса опасности). Содержательно показатель расценивается как позитивный, вследствие чего в дальнейших расчетах используется прямое значение коэффициента.

Согласно расчётам, интегральный показатель системы экологического менеджмента ПАО «СИБУР Холдинг» увеличился, что интерпретировано как положительный эффект инвестиций в охрану окружающей среды.

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 4.2.8). Рост интегрального показателя соответствует индикативной квантовой модели интегрированной системы менеджмента организации, представленной выше на рисунке 4.2.4.

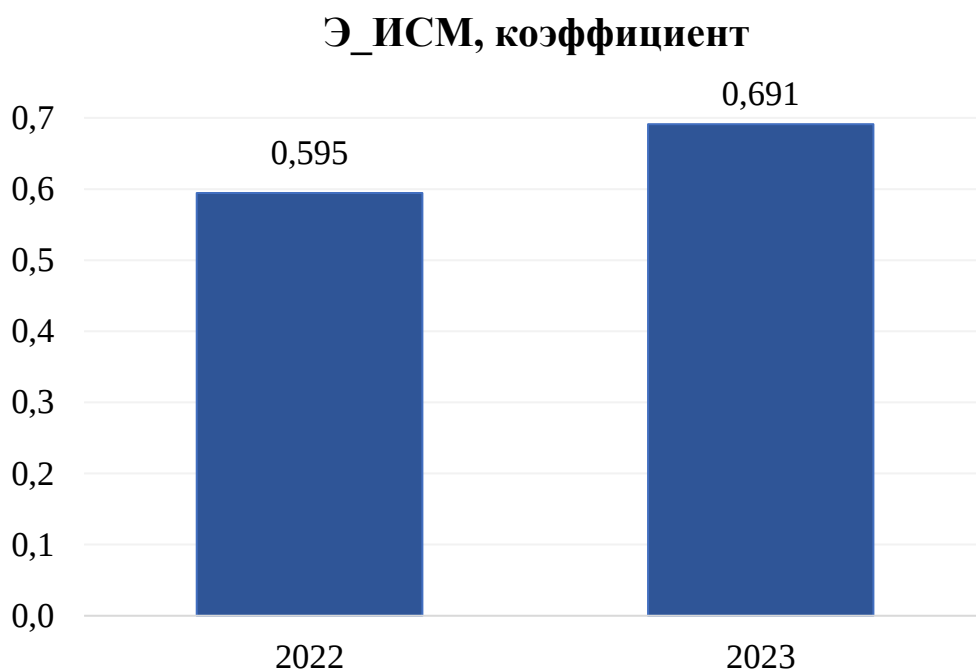


Рисунок 4.2.8 – Результат оценки эффективности интегрированной системы менеджмента предприятий ПАО «СИБУР Холдинг»
(рассчитано согласно авторской методике по данным [82])

Суммируя результаты апробации модели управления интеграцией производственных процессов, можем судить об успешной реализации интегрированной системы менеджмента на предприятиях ПАО «СИБУР Холдинг». Автоматизация и цифровизации процессов и операций обеспечивает повы-

шение эффективности ресурсопотребления, производительности труда, достижение целей устойчивого развития производственных систем.

В целом можно заключить, что 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.

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:

Представлены подходы к трактовке интегрированных организационных структур управления промышленными предприятиями, которые 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. Среди отличительных особенностей интегрированных организационных структур управления промышленными предприятиями прежде всего выделяются:

- сложность процессов производства и управления;
- взаимосвязь целей и производственно-коммерческих интересов предприятий, входящих в интегрированную структуру;
- ориентация на достижение высоких технико-экономических показателей ведения производственно-хозяйственной деятельности;
- объединение потенциала предприятий, входящих в интегрированную структуру, для долгосрочного устойчивого взаимного развития.

Исследованный обширный опыт цифровой трансформации российских производств подтверждает тезис о том, 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 ресурсоэффек-

тивные решения и процедуры, которые реализуются в рамках системы поддержки управления изменениями, что является прочным технологическим фундаментом для формирования эффективной интегрированной системы организации производственных процессов промышленного предприятия.

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.

Расчет результативности и эффективности внедрения интегрированной системы менеджмента 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 интегрированной системы менеджмента на промышленном предприятии позволяет устанавливать новые горизонты развития, ставить новые стратегические цели по достижению устойчивого развития производства и управления.

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 си-

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 условиях развития информационно-коммуникационных технологий важнейшими задачами для выработки организационно-технических решений на основе корпоративных информационных систем управления являются следующие:

- 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.

Выявлены специфические особенности интегрированных процессов в непрерывных производственных системах:

- необходимость учета особенностей непрерывных технологических процессов, таких как единство технологического процесса, постоянство работы оборудования, синхронизация режимов работы агрегатов, большие объемы переработки поступающего сырья и т.п.;
- обоснованность использования MES-систем (система управления производственными процессами) как систем исполнительного типа в управлении производством, что позволяет отследить использование ресурсов предприятия на каждом производственном участке и складских помещениях, проводить стратегическое и оперативно-календарное планирование, осуществлять функции диспетчеризации производства, управлять электронным документооборотом, формировать банки данных для принятия управленче-

ских решений, осуществлять техническое обслуживание и ремонт оборудования, технологических линий и т.п.;

- важность внедрения искусственного интеллекта при работе с данными, включая системы «умного производства», создание цифровых двойников производства и изделий;

- разработка и внедрение адаптивного программного обеспечения управления процессами производства по всем этапам его жизненного цикла;

- достижение единства функционирования операционной системы, система управления и корпоративной культуры промышленного предприятия;

- обеспечение интеграции горизонтальных и вертикальных функций в организационной структуре предприятия и по цепочке поставок продукции на основе информационно-коммуникационных технологий и программных комплексов.

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 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.

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 соответствует индикативной квантовой модели интегрированной системы менеджмента организации, разработанной ранее.

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 обеспечивает 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 интегрирован-

ной системы менеджмента качества в условиях приоритетности использования отечественных технологий в организации производственных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова, И. Г. Совершенствование метода управления системой конструкторско-технологической подготовки производства на предприятиях машиностроения в условиях использования PDM-системы: дис. ...канд. техн. наук: 05.02.22 / Абрамова Ирина Геннадьевна. – Самара, 2008. – 185 с.
2. Алабугин, А. А. Актуальные проблемы оценки и качества регулирования процессов наукоемкого развития комплекса предприятий постиндустриального типа. Часть 1 / А. А. Алабугин, Н. А. Мухортова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2019. – Т. 13. – № 2. – С. 77–86.
3. Алабугин, А. А. Актуальные проблемы оценки и качества регулирования процессов наукоемкого развития комплекса предприятий постиндустриального типа. Часть 2 / А. А. Алабугин, Н. А. Мухортова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2019. – Т. 13. – № 3. – С. 60–68.
4. Александров, С. Ю. Современные тенденции формирования и развития интегрированных бизнес-структур в промышленности / С. Ю. Александров // Организатор производства. – 2008. – № 4. – С. 23–26.
5. Алехина, О. И. Выбор оптимальной организационной структуры: рыночная, иерархическая структуры и гибридные формы / О. И. Алехина // Стратегический менеджмент. – 2012. – № 3. – С. 212–220.
6. Андреева, Т. А. Интегрированная система менеджмента качества и стратегического управления / Т. А. Андреева // Наука и бизнес: пути развития. – 2016. – № 1 (55). – С. 57–64.
7. Антипенко, В. С. Маркетинговое исследование структуры совокупной стоимости владения для оптимизации выбора станков / В. С. Антипенко, Ю. Н. Харитонов, Н. С. Николаева // Качество и жизнь. – 2020. – Т. 25. – № 1. – С. 82–86.

8. Архитектура аналитических систем на платформе «1С: Предприятие» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://its.1c.ru/db/metod8dev/content/6009/hdoc>

9. 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.

10. 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.

11. Бабичевская, М. А. Оценка соответствия интегрированных систем менеджмента промышленного предприятия / М. А. Бабичевская, Р. Н. Костромин // Казанский экономический вестник. – 2014. – № 2(10). – С. 5–16.

12. Барсегян, А. А. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В. В. Степаненко, И. И. Холод. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 336 с.

13. Барсегян, Н. В. Разработка стратегии развития организационных структур управления предприятий нефтехимической промышленности: дисс...канд. экон. наук: 08.00.05 / Барсегян Наира Вартовна. – Казань, 2020. – 190с.

14. Беляцкий, Н. П. Квантовая природа менеджмента / Н. П. Беляцкий // Менеджмент в России и за рубежом. – 2005. – № 4. – С. 3–7.

15. Бердиев, С. Г. Корпоративная интеграция как фактор формирования конкурентных преимуществ в предпринимательстве / С. Г. Бердиев. – СПб.: СПб Академия управления и экономики, 2009. – 26 с.

16. Браун, М. Г. Сбалансированная система показателей: на маршруте внедрения / М. Г. Браун. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005.

17. Будник, Р. А. MES-системы: задачи и решения / Р. А. Будник // Мир компьютерной автоматизации. – 2003. – №4 – С. 74–78.

18. Василевская, А. А. Оценка результативности интегрированной системы менеджмента / А. А. Василевская // Сборник материалов 15-ой Международной научно-технической конференции «Приборостроение. – Минск: БНТУ, 2022. – С. 148–149.
19. Витрина хранилища данных: что это и как это работает [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://danimals.ru/faq/vitrina-xranilishha-dannyx-cto-eto-i-kak-eto-rabotaet>
20. Власенко, М. Н. Системный подход к управлению сложными процессами / М. Н. Власенко, С. В. Потехецкий, Н. В. Унижаев // Территория науки. – 2016. – № 4. – С. 75–80.
21. Внедрение систем управления производственными процессами [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://gkinnovation.ru/services/vnedrenie-sistem-upravleniya-tekhnologicheskimi-protssessami/>
22. Гагаринов, А. В. Системная модель оценивания уровня интеграции свойств системных элементов предприятия / А. В. Гагаринов, П. М. Кобзев // Бизнес информ. – 2013. – № 5. – С. 246–253.
23. Гонюкова, Е. В. Исследование показателя экономической энтропии и его влияния на производственный потенциал / Е. В. Гонюкова, О. А. Сухорукова // Известия ЮЗГУ. Серия Экономика. Социология. Менеджмент. – 2011. – № 1. – С. 101–108.
24. ГОСТ Р 51901.22-2012 Менеджмент риска. Реестр риска. Правила построения. – М.: Стандартиформ, 2012. – 16 с.
25. ГОСТ Р 54934-2012/OHSAS 18001:2007 Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования. – М.: Стандартиформ, 2012. – 21 с.
26. ГОСТ Р 56645.1-2015 Системы дизайн-менеджмента. Руководство по управлению дизайном промышленной продукции [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200125990>

27. ГОСТ Р ИСО 14001-2016 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. – М.: Стандартинформ, 2008. – 53с.
28. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 24 с.
29. Гращенкова, Н. В. Устойчивое развитие машиностроительного предприятия на основе интеграции систем менеджмента: дисс. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Гращенкова Наталья Васильевна. – Нижний Новгород, 2022. – 178 с.
30. Григорьев, С. Н. Инновационное развитие высокотехнологичных машиностроительных производств на основе интегрированных АС ТПП / С. Н. Григорьев, А. А. Кутин // Автоматизация и современные технологии. – 2011. – №11. – С. 23–29.
31. Гришаева, С. А. Внутренний аудит цифровых процессов в системе менеджмента качества / С. А. Гришаева // Качество. Инновации. Образование. – 2023. – № 5 (187). – С. 3–8.
32. Гришина, Т. Г. Обеспечение качества процессов на этапе технологической подготовки производства: дисс ... канд. техн. наук: 05.13.07 / Гришина Татьяна Геннадьевна. – Москва, 1999. – 177 с.
33. Группа компаний Сибур [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.sibur.ru/ru/>
34. Долгов, В. А. Основные подходы к формированию информационной модели производственно-технологической системы машиностроительного предприятия / В. А. Долгов, А. А. Кабанов // Автоматизация. Современные технологии. – 2018. – Т. 72. – № 4. – С. 178–184.
35. Драчева, Е. Л. Проблемы определения и классификации интегрированных корпоративных структур [Электронный ресурс] / Е. Л. Драчева, А. М. Либман // Режим доступа: <http://www.dis.ru/library/detail.php?ID=22822>.

36. Езрахович, А. Внутренний аудит процессов СМК: как сделать его более результативным? / А. Езрахович, В. А. Дзедик // Методы менеджмента качества. – 2020. – № 1. – С. 12–17.
37. Жаринов, И. А. Интеграция гибких методов проектного управления в процессную модель менеджмента / И. А. Жаринов // Вестник науки. – 2023. – Т. 4. – № 8 (65). – С. 38–53.
38. Загидуллин, Р. Р. Управление машиностроительным производством с помощью систем MES, APS, ERP: монография / Р. Р. Загидуллин: монография – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 372 с.
39. Захарчук, О. Т. Фундаментальная модель описания организационно-технических систем / О. Т. Захарчук // Материалы международной научно-практической конференции «Теория активных систем (ТАС-2014)». – М.: ИПУ РАН, 2014. – С. 249–255.
40. Зацепина, Г. Н. Интегрированные организационные структуры управления / Г. Н. Зацепина // Теория и практика мировой науки. – 2017. – №9. – С. 20–22.
41. Зыкина, А. В. Характеристика процесса диспетчерского управления в многоуровневой системе управления нефтеперерабатывающим производством / А. В. Зыкина, М. Ю. Савельев, Т. Ю. Финк // Прикладная математика и фундаментальная информатика. – 2018. – Т. 5. – №2. – С. 4–13.
42. Иванов, Н. А. Оценка результативности систем менеджмента качества малых предприятий строительной отрасли / Н. А. Иванов // Научное обозрение. – 2015. – № 10–1. – С. 386–390.
43. Ильин, Д. Ю. Математическое обеспечение и методика оценки эффективности интеграции информационно-технологических решений в цифровые платформы: дисс. ... канд. техн. наук: 05.13.11 / Ильин Дмитрий Юрьевич. – Москва, 2020. – 147 с.
44. Калачева, Е. А. Система менеджмента качества организации на основе интегрированной информационной среды: дисс. ... канд. техн. наук: 05.02.23 / Калачева Елена Александровна. – Москва, 2017. – 178с.

45. Каплан, Р. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / Р. Каплан, Д. Нортон. – М.: Олимп-Бизнес, 2003.
46. Карелина М. Г. Разработка статистической методики оценки стоимости бизнеса в рамках осуществления политики интеграции на промышленных предприятиях РФ / М. Г. Карелина // Тренды и управление. – 2017. – № 2. – С. 148–159.
47. Катанаева, М. А. Модель комплексной оценки эффективности интегрированной системы менеджмента / М. А. Катанаева, О. А. Данилова // Российское предпринимательство. – 2009. – № 1 (1). – С. 86–92.
48. Качапкина, Ю. В. Разработка методики оценки эффективности интегрированных формирований в промышленности / Ю. В. Качапкина, Г. С. Мерзликина // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2011. – № 1. – С. 23–28.
49. Кирсанова, М. И. Риск-ориентированное мышление при управлении качеством / М. И. Кирсанова // Вестник науки. – 2022. – Т. 1. – № 12 (57). – С. 64–70.
50. Ковалев, М. И. Внутренний аудит как инструмент повышения результативности и эффективности бизнес-процессов / М. И. Ковалев // Методы менеджмента качества. – 2022. – № 2. – С. 40–46.
51. Козырев, И. В. Технологический аудит как инструмент повышения эффективности производства / И. В. Козырев, А. Г. Белозеров, В. Н. Корешков // Мясные технологии. – 2019. – № 3 (195). – С. 6–11.
52. Колобов, А. В. Подходы к внедрению инструментов повышения эффективности бизнес-системы в российских промышленных предприятиях / А. В. Колобов, Ю. К. Петреня, В. В. Глухов, Е. М. Игумнов // Проблемы теории и практики управления. – 2019. – №10. – С. 6–17.
53. Кондратьев, С. Е. Методы и алгоритмы обеспечения непрерывной информационной поддержки проектирования технических изделий в интегрированной информационной среде предприятия: дисс. ... канд. техн. наук: 2.3.7 / Кондратьев Святослав Евгеньевич. – Москва, 2024. – 220с.

54. Королева, Г. А. Внутренний контроль и аудит в системе управления предприятия / Г. А. Королева, А. П. Трубникова // Учет, анализ и аудит: проблемы теории и практики. – 2023. – № 31. – С. 74–78.
55. Краснов, Г. А. Методы неравновесной термодинамики для анализа экономических систем / Г. А. Краснов, В. В. Виноградов, А. А. Краснов // Журнал экономической теории. – 2009. – № 2. – С. 22.
56. Краснов, Ю. А. Методы системного анализа и синтеза технологий автоматизированного управления сложными техническими системами / Ю. А. Краснов, В. М. Приходько // Автоматизация и управление в технических системах. – 2012. – №1. – С. 81–87.
57. Крынин, Л. И. Расчет зазоров в сопряжениях деталей линзовых узлов объектива и его юстировка / Л. И. Крынин, С. М. Латыев, А. Г. Табачков, Д. Н. Фролов, М. С. Гнездилова // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2017. – С. 353–358.
58. Кудрявцева, С. С. 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.
59. Кудряшова, Т. В. Методологические подходы к классификации российских корпораций / Т. В. Кудряшова, Е. В. Попова // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. – 2011. – № 4 (17). – С. 121–126.
60. Куприяновский, В. П. Киберфизические системы как основа цифровой экономики / В. П. Куприяновский, Д. Е. Намиот, С. А. Синягов // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 2. – С. 18–25.
61. Лапшин, В. С. Формирование системы менеджмента устойчивого развития на основе интегративного подхода / В. С. Лапшин // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2016. – № 2 (18). – С. 36–46.

62. Леонтьева, Н. Г. Организационная структура и структура управления организацией / Н. Г. Леонтьева // NovaInfo.Ru. – 2017. – Т. 3. – № 58. – С. 68–71.
63. Лескова, С. А. Аудит в системе экономической безопасности предприятия / С. А. Лескова // Учет, анализ и аудит: проблемы теории и практики. – 2022. – № 29. – С. 110–114.
64. Леушина, Л. И. Технологический аудит производства литья по выплавляемым моделям на машиностроительном предприятии / Л. И. Леушина, А. С. Зобков // Арматуростроение. – 2020. – № 4 (127). – С. 46–47.
65. ЛУКОЙЛ-Пермь продолжает внедрение цифровых технологий добычи нефти [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://neftegaz.ru/news/dobycha/549258-lukoyl-perm-prodolzhaet-vnedrenie-tsifrovyykh-tekhnologiy-dobychi-nefti/>
66. Майборода, В. П. К проблеме разработки систем оценки и управления качеством сложных объектов / В. П. Майборода, А. В. Титов, М. Ю. Моргунов // Качество. Инновации. Образование. – 2016. – № 8–10 (135–137). – С. 84–93.
67. Малышева, Т. В. Организация производственного мониторинга жизненного цикла производства сополимера с использованием технологий LCA / Т. В. Малышева, С. С. Кудрявцева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2022. – Т. 24. – № 4 (108). – С. 59–67.
68. Малышева, Т. В. Развитие системы управления качеством на основе предиктивной аналитики предупреждения рисков несоответствия продукции / Т. В. Малышева, А. И. Лысенков // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2024. – Т. 26. – № 2 (118). – С. 39–47.
69. Маматова, Н. А. Внутренний аудит как элемент системы внутреннего контроля предприятия / Н. А. Маматова, Г. К. Омуркулова // Известия Иссык-Кульского форума бухгалтеров и аудиторов стран Центральной Азии. – 2021. – № 2 (33). – С. 433–438.

70. Матасов, А. В. Интегрированный подход к созданию систем непрерывного обеспечения качества продукции химико-фармацевтической отрасли: дисс. ... докт. техн. наук: 05.13.01 / Матасов Алексей Вячеславович. – Иваново, 2019. – 428с.

71. Машинное зрение для контроля качества выпускаемой продукции [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.mallenom.ru/company/publications/733/>

72. Методологические и методические подходы к интеграции промышленных предприятий и формированию производственных кластеров: монография / Аркин П. А., Соловейчик К. А. – СПб.: РОСТ, 2009. – 171 с.

73. Миллер, М. А. Ресурсное обеспечение технологической интеграции / М. А. Миллер, Н. В. Миллер // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. – 2020. – Т. 18. – № 1. – С. 14–23.

74. Моделирование бизнес-процессов: учебное пособие / Барановская Т. П., Вострокнутов А. Е., Яхонтова И. М., Иванова Е. А. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2016. – 162 с.

75. Мошев, Е. Р. Концепция и практическая реализация проблемно-ориентированной системы для информационной поддержки жизненного цикла химико-технологического оборудования / Е. Р. Мошев, В. П. Мешалкин // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ. – 2018. – Т. 4. – С. 124–128.

76. Мошев, Е. Р. Разработка программного модуля для интегрированной логистической поддержки динамического оборудования предприятий нефтегазового комплекса / Е. Р. Мошев, Н. М. Рябчиков, М. А. Ромашкин, В. Г. Власов, Г. С. Мырзин // Бурение и нефть. – 2013. – № 11. – С. 54–55.

77. Муравьева, С. В. Сущность, особенности и классификация интегрированных промышленных структур / С. В. Муравьева, А. В. Бабкин // Научно-технические ведомости Санкт-петербургского государственного политехнического университета. – 2014. – №4 (199). – С. 23–33.

78. Никируй, А. Э. Методика выбора оборудования при организации опытного производства в машиностроении / А. Э. Никируй, П. А. Дроговоз // Технология машиностроения. Экономика машиностроения, организация производства. – 2021. – № 9. – С. 46–51.

79. Официальный сайт АО «ОХК «Уралхим» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.uralchem.ru/>

80. Официальный сайт ПАО «Газпром нефть» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.gazprom-neft.ru/>

81. Официальный сайт ПАО «КАМАЗ» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://kamaz.ru/>

82. Официальный сайт ПАО «СИБУР Холдинг» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.sibur.ru/ru/>

83. Оценка уровня цифрового развития организаций, отраслей и функциональных сфер [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://www.mpt.gov.by/sites/default/files/spravочно_1_kratkoe_opisanie_metodiki_ocenki_urovnya_cifrovizacii.pdf

84. Павлов, К. С. Модели выбора и замены оборудования в производственных системах машиностроительных предприятий / К. С. Павлов, Е. Н. Хоботов // Автоматика и телемеханика. – 2015. – Т. 2. – С. 125–140.

85. Панфилова, Е. Е. Анализ эффективности интегрированных производственных процессов в организациях / Е. Е. Панфилова // Российское предпринимательство. – 2013. – № 18(240). – С. 102–108.

86. ПАО «Нижнекамскнефтехим» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.sibur.ru/nknh/ru/>

87. Петров, Д. Ю. Архитектура информационной системы управления жизненным циклом цифрового двойника для непрерывного производства / Д. Ю. Петров // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института. 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://science.spb.ru/files/IzvetiyaTI/2021/57/15.pdf>.

88. Пиканов, К. А. Методические основы построения интегрированной системы менеджмента газотранспортного общества: дисс. ... канд. техн. наук: 05.02.23 / Пиканов Константин Александрович. – Москва, 2019. – 162с.

89. Пожарицкая, И. М. Эволюция менеджмента ресурсов в системе менеджмента качества / И. М. Пожарицкая // Научное обозрение: теория и практика. – 2020. – Т. 10. – № 9 (77). – С. 2026–2035.

90. Полина, А. А. Оценка рисков потенциальных несоответствий предприятий по ремонту глубинно-насосного оборудования при внедрении интегрированных систем менеджмента / А. А. Полина, Р. Ф. Абзалов, Н. Г. Николаева // Вестник технологического университета. – 2019. – Т.22. – №6. – С. 145–149.

91. Попов, В. Л. Интеграция системного и процессного подходов к управлению предприятием в рамках национального проекта «Производительность труда и поддержка занятости» / В. Л. Попов, Т. В. Александрова // Управленческие науки. – 2021. – Т. 11. – № 4. – С. 71–85.

92. Потапцева, Е. В. Эффективность построения интегрированных корпоративных структур / Е. В. Потапцева. – Екатеринбург: Урал. гос. эк. ун-т, 2008. –164 с.

93. Прайм Топ [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://prime-top.ru>

94. Протасова, Л. Г. Внутренний аудит процессов складской логистики / Л. Г. Протасова, О. Н. Зуева // Фундаментальные исследования. – 2020. – № 6. – С. 113–117.

95. Пустовойт, К. С. Энтропийный подход к управлению производством с учетом стратегических целей предприятия / К. С. Пустовойт, Н. Ю. Бухвалов, В. Ю. Столбов, М. Б. Гитман // Проблемы управления. – 2012. – № 6. – С. 32–39.

96. Пучков, А. Ю. Метод оценки времени полезного использования оборудования на основе нейронных сетей / А. Ю. Пучков, М. И. Дли, Е. И. Лобанева // Известия Санкт-Петербургского государственного технологиче-

ского института (технического университета). – 2021. – № 59 (85). – С. 107–112.

97. Рахмилевич, Е. Г. Разработка инструментов организации интегрированных производственных структур с учетом конструкторско-технологических ограничений: дисс. ... канд. техн. наук: 2.5.22 / Рахмилевич Евгений Георгиевич. – Москва, 2023. – 135с.

98. Рогова, М. В. Стратегии интеграции концепции устойчивого развития в практику управления предприятиями / М. В. Рогова // Труды БГТУ. Экономика и управление. – 2016. – № 7 (189). – С. 337–341.

99. Росстат [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru>

100. 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.

101. 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.

102. 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.

103. 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 «Акту-

альные тренды цифровой трансформации промышленных предприятий». – Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2022. – С. 236–240.

104. 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.

105. 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.

106. 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.

107. 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.

108. 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.

109. 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.

110. Сафин, А. Т. Особенности комплексной оценки состояния и финансово-экономического потенциала российской промышленной вертикально-интегрированной корпоративной структуры / А. Т. Сафин, Д. А. Шляпникова // Вестник Челябинского государственного университета. – 2011. – № 32 (247). – С. 114–117.

111. Семенова, Е. Г. Анализ и синтез организационно-технических решений при аддитивном производстве / Е. Г. Семенова, А. В. Чабаненко // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. – 2018. – № 1 (1). – С. 33–40.

112. Сидоров, А. С. Разработка методов интеграции описаний моделей для проектируемых автоматизированных систем и средств их поддержки: дисс. ... канд. техн. наук: 2.3.1 / Сидоров Антон Сергеевич. – Москва, 2024. – 191с.

113. Смагина, А. Ю. Разработка интегрированной модели управления рисками в рамках концепции бережливого производства / А. Ю Смагина, Е. В. Каргина // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2020. – № 2 (41). – С. 45–52.

114. Степанов, Д. Ю. Интеграция ERP и MES-систем: взгляд сверху / Д. Ю. Степанов // Современные технологии автоматизации. – 2016. – №2. – С.108–111.

115. Сторублев, М. Л. Оценка управляемости процессов интегрированных систем менеджмента на основании данных об их состоянии / М. Л. Сторублев // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия Техника и технологии. – 2013. – № 1. – С. 150–156.

116. Стрижков, А. А. Виды интегрированных промышленных структур / А. А. Стрижков // Вестник Самарского государственного университета. – 2013. – № 10(111). – С. 82–88.
117. Судов, Е. В. Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции. Принципы. Технологии. Методы. Модели: монография / Е. В. Судов. – М.: МВМ, 2003. – 264с.
118. Фонд развития промышленности [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://frprf.ru/navigator-gospodderzhky/kip/>
119. Фрейман, В. И. Интегрированная система управления качеством продукции на основе методологии оценки результативности подготовки специалистов: дисс. ... докт. техн. наук: 05.02.23 / Фрейман Владимир Исаакович. – Санкт-Петербург, 2016. – 404с.
120. Цацулин, А. Н. Экономический анализ комплексной инновационной активности: сущность и подходы / А. Н. Цацулин, А. В. Бабкин // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2012. – № 4(151). – С. 132–144.
121. Царик, В. Д. Модели интегрированных систем менеджмента / В. Д. Царик // Финансовые рынки и банки. – 2022. – № 5. – С. 56–60.
122. Цифровой СИБУР [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/sibur_official/articles
123. Чабаненко, А. В. Модели и методики обеспечения качества корпусных элементов, выполненных по аддитивным технологиям: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.02.23 / Чабаненко Александр Валерьевич. – Санкт-Петербург, 2019. – 18 с.
124. Чеснокова, С. Ю. Оценка результативности внедрения систем менеджмента качества на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С. Ю. Чеснокова, М. Ю. Дружинин, А. К. Козлова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. – 2017. – № 2. – С. 31–36.

125. Чжан-Сен, А. Ю. Современная система взглядов на эффективное управление / А.Ю. Чжан-Сен, М. А. Пархомчук // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 9. – С. 7–9.
126. Шаныгин, С. И. Экономико-математические методы и модели поддержки принятия решений в интегрированных организационных структурах: дисс. ... докт. экон. наук: 08.00.13 / Шаныгин Сергей Иванович. – Санкт-Петербург, 2020. – 426 с.
127. Шевченко, М. И. Совершенствование процессов управления проектами наукоемких изделий сложной техники с применением системного и процессного подхода / М. И. Шевченко, А. В. Черняев // Технические науки – от теории к практике. – 2013. – № 20. – С. 153–164.
128. Шимов, В. В. Методика оценки результативности интегрированной системы менеджмента / В. В. Шимов, Е. В. Кононенко, Г. А. Ткучук, О. А. Мандрыгина // Евразийский Союз Ученых. – 2016. – № 5–2 (26). – С. 56–58.
129. Шинкевич, А. И. Методическое обеспечение организации ресурсосберегающих производственных систем в условиях цифровизации нефтехимической отрасли: дисс. ... докт. техн. наук: 05.02.22 / Шинкевич Алексей Иванович. – Казань, 2019. – 380с.
130. Шинкевич, А. И. Проектирование цифрового двойника системы организации производства / А. И. Шинкевич, М. Е. Надеждина, В. Ф. Сопин // Стандарты и качество. – 2024. – № 4. – С. 94–99.
131. Шинкевич, А. И. Совершенствование подхода к управлению сетевыми взаимодействиями предприятий машиностроения на основе информационного обеспечения системы менеджмента качества / А. И. Шинкевич, Я. В. Денисова // Петербургский экономический журнал. – 2024. – № 2. – С. 36–45.
132. Шмелева, А. Н. Модель интегрированной системы менеджмента / А. Н. Шмелев, А. Г. Дьяков // Приднепровский научный вестник. – 2022. – Т. 2. – № 10. – С. 86–89.

133. Шутиков, М. А. Разработка интегрированной автоматизированной системы управления производственными процессами при контроле деталей после особо ответственной технологической операции: дисс. ... канд. техн. наук: 2.3.3 / Шутиков Михаил Александрович. – Москва, 2023. – 163с.

134. Экспертное агентство Эксперт-400. Рейтинг крупнейших компаний России [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://web.archive.org/web/20221123132245/https://expert.ru/expert400/2022/>

135. Эффективные отечественные практики на базе технологий искусственного интеллекта в обрабатывающей промышленности [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://d-economy.ru/analitic/jeffektivnye-otechestvennyye-praktiki-na-baze-tehnologij-ii-v-obrabatyvajushhej-promyshlennosti/>

136. Ярин, Д. Н. Методы управления рисками, возникающими при формировании интегрированных структур / Д. Н. Ярин // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2013. – Т. 17. – № 2 (55). – С. 189–193.

137. Ярославцев И. А. Построение имитационной модели для поиска причин возникновения дефектов при варке листового стекла / И. А. Ярославцев, Д. Ю. Петров // Естественные и технические науки. – 2019. – № 5 (131). – С. 216–222.

138. Яськин, А. Н. Оценка рисков и экономической целесообразности внедрения интегрированных систем менеджмента на промышленных предприятиях / А. Н. Яськин // Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева. – 2012. – № 3 (26). – С. 74–79.

139. Caputo, A. C. An economic decision model for selective assembly / A. C. Caputo, G. Di Salvo // International Journal of Production Economics. – 2019. – Т. 207. – Pp. 56–69.

140. Chaplina, A. N. Integration of diversification and systematic approach in the development of corporate management consumer market entities / A. N. Chaplina, E. A. Gerasimova, A. S. Shchitnikov // Journal of Siberian Federal

University. Humanities and Social Sciences. – 2012. – Т. 5. – № 10. – С. 1434–1444.

141. Davis, J. Smart manufacturing, manufacturing intelligence and demand-dynamic performance / J. Davis, T. Edgar, J. Porter, J. Bernaden, M. Sarli // Computers & Chemical Engineering. – 2012. – Vol. 47. – Pp. 145–156.

142. Dot Chem [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.hongkongcompanylist.com/dot-chemicals-co-limited-beefbby/>

143. Human Development Report // United Nations Development Programme, 2022. – 320p.

144. IBM [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://ibm-russia.ru>

145. Kadir, A. Z. A. Additive manufacturing cost estimation models—a classification review / A. Z. A. Kadir, Y. Yusof, M. S. Wahab // International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2020. – Т. 107. – №. 9–10. – Pp. 4033–4053.

146. Karim, R. Machine Selection by AHP and TOPSIS Methods / R. Karim, C. L. Karmaker // American Journal of Industrial and Business Management. – 2016. – Т. 4. – №. 1. – Pp. 7–13.

147. Lim, K.Y.H. A state-of-the-art survey of Digital Twin: Techniques, engineering product lifecycle management and business innovation perspectives / K.Y.H. Lim, P. Zheng, C. Chen // Journal of Intelligent Manufacturing. – 2020. – Vol. 31. – Pp. 1313–1337.

148. Nakajima, S. Introduction to TPM: Total Productive Maintenance / S. Nakajima // Cambridge, MA: Productivity, 1988.

149. Nazarenko, M. A. Assessing the performance of quality management systems in the context of enterprise information security policy during the pandemic / M. A. Nazarenko, A. N. Shmeleva // Components of Scientific and Technological Progress. – 2022. – № 5 (71). – Pp. 5–10.

150. Tolstykh, T. System approach to the process of institutional transformation for industrial integrations in the digital era / T. Tolstykh, N. Shmeleva, A. Boev, T. Guseva, S. Panova // Systems. – 2024. – Т. 12. – № 4. – P. 120.

151. Volkova, G. D. Cognitive technologies for the creation of autoniated systems / G. D. Volkova, Yu. M. Solomentsev // Nonlinearity. – New York: Nova Science Publishers, Inc. (USA), 2017. – Pp. 299–314.

152. Zyfra Industrial IoT Platform [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.zyfra.com/ru/product/industrial-iot-platform/>