

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«МИРЭА – Российский технологический университет»

РТУ МИРЭА

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Российский институт стандартизации»

На правах рукописи

КНЯЗЕВ Александр Васильевич

МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ЦИФРОВИЗИРОВАННОГО
УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССА СТАНДАРТИЗАЦИИ
НАУКОЕМКОЙ ПРОДУКЦИИ

Специальность:

2.5.22 – Управление качеством продукции. Стандартизация.
Организация производства

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент

Черемухина Юлия Юрьевна

Научный консультант: доктор технических наук, доцент

Будкин Юрий Валерьевич

Москва – 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МЕТОДАМ И ИНСТРУМЕНТАМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СТАНДАРТИЗАЦИИ.....	16
1.1. Системный анализ современных методов управления качеством процесса стандартизации.....	16
1.2. Современные направления совершенствования организации управления процессом стандартизации наукоемкой продукции	21
1.3. Анализ применения инструментов распределенных реестров и обоснование выбора направлений совершенствования средств цифровизации процесса стандартизации наукоемкой продукции	30
1.4. Современные цифровизированные инструменты обработки больших массивов данных для оценки качества процесса стандартизации	33
Выводы по главе 1.....	37
2 РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ И ИНФО-ЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССА СТАНДАРТИЗАЦИИ НАУКОЕМКОЙ ПРОДУКЦИИ	39
2.1. Разработка логико-информационной модели сложного бизнес-процесса стандартизации наукоемкой продукции	39
2.2. Обоснование выбора критериев качества процесса стандартизации наукоемкой продукции.....	43
2.3. Разработка инфо-логической модели данных для управления качеством процесса стандартизации наукоемкой продукции...	50
2.4. Концептуальная модель цифровой зрелости организации- разработчика стандартов наукоемкой продукции.....	54

2.5.	Разработка алгоритма расчета критериев качества процесса стандартизации наукоемкой продукции	58
2.6.	Разработка алгоритма оценки уровней цифровой зрелости организации-разработчика стандартов разной сложности наукоемкой продукции.....	60
2.7.	Разработка алгоритма мониторинга процесса стандартизации.....	72
2.8.	Алгоритм управления результативностью высококачественного процесса стандартизации наукоемкой продукции.....	74
	Выводы по главе 2.....	79
3	РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦИФРОВИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬЮ ПРОЦЕССА СТАНДАРТИЗАЦИИ НАУКОЕМКОЙ ПРОДУКЦИИ	80
3.1.	Обоснование выбора стандартной системы управления базами данных для обеспечения качества процесса стандартизации наукоемкой продукции	80
3.2.	Разработка архитектуры и режимов функционирования программного обеспечения расчета критериев качества процесса стандартизации наукоемкой продукции	83
3.3.	Разработка архитектуры и режимов функционирования программного обеспечения управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции	89
3.4.	Методика применения инструментов распределенных реестров при цифровизированном управлении качеством процесса стандартизации наукоемкой продукции	93
	Выводы по главе 3.....	95
4	РЕЗУЛЬТАТЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ	

КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССА СТАНДАРТИЗАЦИИ НАУКОЕМКОЙ ПРОДУКЦИИ	96
4.1. Методика практического применения программного обеспечения расчета критериев качества процесса стандартизации наукоемкой продукции	96
4.2. Практические результаты цифровизированного управления качеством процесса стандартизации технологий наукоемких полимерных композиционных материалов	100
4.3. Методика практического применения программного обеспечения управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции.....	106
4.4. Практические результаты оценки результативности высококачественного процесса стандартизации этапов технического проектирования наукоемкой радиоэлектронной продукции	109
Выводы по главе 4.....	121
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ.....	122
БЛАГОДАРНОСТИ.....	124
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	125
ГЛОССАРИЙ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ	127
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	135
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. РЕЗУЛЬТАТЫ СОСТАВЛЕНИЯ ТАБЛИЦЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ НОРМАТИВНЫХ СРОКОВ И ВРЕМЕНИ ОТКЛОНЕНИЯ ИСХОДНОГО ПРОЦЕССА СТАНДАРТИЗАЦИИ.....	155
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРАБОТАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА НОРМАТИВНЫХ СРОКОВ И ВРЕМЕНИ ОТКЛОНЕНИЯ ПРОЦЕССА СТАНДАРТИЗАЦИИ	157
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. АНКЕТА АНАЛИЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	

РЕСУРСОВ ОРАГНИЗАЦИИ-РАЗРАБОТЧИКА СТАНДАРТОВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЦЕССА СТАНДАРТИЗАЦИИ НАУКОЕМКОЙ ПРОДУКЦИИ	158
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. СПИСОК АНКЕТИРУЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ- РАЗРАБОТЧИКОВ СТАНДАРТОВ НАУКОЕМКОЙ ПРОДУКЦИИ.....	162
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. МОДЕЛЬ ВЗАИМОСВЯЗИ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ С УРОВНЯМИ ЦИФРОВОЙ ЗРЕЛОСТИ ОРАГНИЗАЦИИ-РАЗРАБОТЧИКА СТАНДАРТОВ	165
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ УРОВНЕЙ ЦИФРОВОЙ ЗРЕЛОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ-РАЗРАБОТЧИКА СТАНДАРТОВ С УРОВНЯМИ СЛОЖНОСТИ ОБЪЕКТОВ СТАНДАРТИЗАЦИИ.....	166
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЦИФРОВИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ СТАНДАРТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ НАУКОЕМКИХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	167
ПРИЛОЖЕНИЕ 8. СПРАВКИ О ПРАКТИЧЕСКОМ ПРИМЕНЕНИИ РАЗРАБОТАННЫХ СТАНДАРТОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ	168

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Последние 10-15 лет для управления процессом стандартизации успешно используются методы и инструменты цифровизации больших массивов данных, принятий решения и взаимодействия с отраслевыми центрами стандартизации в самых различных отраслях экономики и социальной сферы создания нормативных требований к наукоемкой продукции.

Эти задачи цифровизации управления процессом стандартизации наукоемкой продукции сформулированы в следующих нормативно-правовых документах:

Указ Президента РФ от 07 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года», документах принятых Правительством РФ, Минпромторгом России, национальной программе по теме цифровой трансформации отраслей промышленности.

Современный стремительный рост научно-обоснованного решения задач управления качеством процесса стандартизации обусловлен увеличением количества собираемых данных о назначении и физической природе разнородной наукоемкой продукции в различных отраслях промышленности, в том числе в химической и радиоэлектронной промышленности, имеющими важное значение для обеспечения технологического суверенитета РФ. При этом не имеющими без совместимости с релевантными научными публикациями в реферативных базах.

С сожалением, в настоящее время отсутствуют методы управления качеством процесса стандартизации наукоемкой продукции с гармонизацией между кодами УДК, ОКС, сложным объектом стандартизации и реферативными базами терминов по составу и свойствам новой наукоемкой продукции на этапе подготовки технического задания (не проводится анализ

соответствия современному научному уровню), экспертизы (формальное присвоение кодов УДК/ОКС без учета актуального состояния научных исследований) и классификации (коды УДК/ОКС не соответствуют современным научным тенденциям), что приводит к снижению качества разработки стандартов на сложные объекты стандартизации и увеличивает время выхода на рынок наукоемкой продукции.

Таким образом, научная задача управления качеством процесса стандартизации наукоемкой продукции на основе использования моделей и алгоритмов управления качеством процесса стандартизации наукоемкой продукции, отличающейся полнотой охвата задач, специфичных для сложного объекта стандартизации и алгоритмы, обеспечивающие увязку баз данных процесса стандартизации с реферативными базами данных терминов по составу и свойствам новой наукоемкой продукции, автоматизацию процессов обработки информации с учетом ЦЗ организаций-разработчиков стандартов, является важной задачей, решение которой имеет важное значение для обеспечения технологического суверенитета РФ [1, 2].

Степень научной разработанности темы

Исследования в области управления качеством и организации производства излагаются в трудах ведущих ученых: академика РАН В.П. Мешалкина, академика РАН В.В. Окрепилова, академика РАН Г.Г. Азгальдова, член-корреспондента РАН А.И. Костогрызова, академика РАН И.А. Шеремета, профессора В.Н. Козловского, профессора В. А. Васильева, С.А. Одинокова, В.Я. Белобрагина, И.З. Аронова, профессора Ю.В. Будкина, А.В. Гличева, А.К. Гастева, Б.А. Дубовикова, Б.В. Гнеденко, Т.Ф. Сейфи, В.В. Бойцова, Б.В. Бойцова, В.Г. Версана, Б.Л. Бенцмана, Ю.П. Адлера, И.М. Германа, Б. С. Мигачева, В. А. Новикова, Т. А. Левиной, и других отечественных ученых.

Основные концепции управления качеством изложены в трудах иностранных учёных: К. Исикавы, У.Э. Деминга, Ф.Б. Кроссби,

А. В. Фейгенбаума, Дж. М. Джурана, Г. Тагути, Ф.У. Тейлора, Б. Гейтса, Г. Эмерсона, У.Э. Шухарта, Э. М. Голдратта и других.

Особенности цифровизации национальной системы стандартизации изложены в работах А. П. Шалаева, М. Е. Ставровского, А. В. Цыrkова, А. В. Рагуткина, С. В. Гарбука, С. В. Трофимова, Д. Е. Миронова, С. А. Головина, Б. М. Позднеева, А. В. Зажигалкина, В. Ю. Саламатова, А.В. Докукина, Г.П. Бунина, М.Л. Рахманова, А.Н. Барыкина, С.Л. Таллера, В.Г. Шолкина, В.Е. Галкина.

Существенный вклад в развитие решений по оценке математических моделей внесен, в том числе А.И. Боровковым, А.И. Громовым, и др.

Следует отметить ряд интересных диссертационных работ, по анализу процессов цифровой трансформации (Одинокоев С.А. 2.5.22, 2023 г., Рагуткин А.В., 2.5.22, 2023 г., Миронов Д.Е., 5.2.3, 2024 г., Юрин Д.С., 2.5.22, 2023 г., Иванов М.В., 2.5.22, 2025 г.). Однако, в этих работах подробно не рассматриваются вопросы влияния цифровой трансформации на управление процессом стандартизации наукоемкой продукции.

Целью исследования является совершенствование моделей и алгоритмов управления качеством процесса стандартизации наукоемкой продукции на основе широкого использования современных инструментов цифровизации процедур принятия решений с учетом сложности процессов стандартизации и особенностей новой наукоемкой продукции.

Задачи исследования:

1. Системный анализ современных научных исследований по методам и инструментам управления качеством процесса стандартизации, с учетом технических требований к новой наукоемкой продукции.

2. Разработать логико-информационную модель сложного бизнес-процесса, инфо-логическую модель обработки данных и концептуальную модель управления качеством сложного процесса стандартизации наукоемкой продукции для принятия научно-обоснованных решений на этапах процесса стандартизации наукоемкой продукции.

3. Разработать алгоритм расчета критериев качества процесса с обоснованием их выбора для стандартизации наукоёмкой продукции.

4. Разработать алгоритм оценки цифровой зрелости организации-разработчика стандартов для гармонизации с реферативными базами данных терминов по составу и свойствам новой наукоёмкой продукции.

5. Разработать алгоритмы мониторинга показателей качества и управления результативностью сложного процесса стандартизации новой наукоёмкой продукции.

6. Разработать архитектуру, режимы функционирования и методики применения программного обеспечения расчета критериев качества и управления результативностью процесса стандартизации наукоёмкой продукции.

7. Применить разработанное программное обеспечение управления качеством процесса стандартизации новых наукоёмких полимерных композиционных материалов и новых интегральных микросхем.

Научная новизна

1. Разработана логико-информационная модель сложного бизнес-процесса стандартизации наукоёмкой продукции (вещества высокой чистоты, специальные композиционные материалы, люминофоры, сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности, углеродные нанотрубки, аддитивные технологии, метаматериалы, радиоэлектронные устройства), отличающаяся отображением взаимосвязей всех структурных этапов жизненного цикла и использованием всех видов ресурсов на этапах сложного процесса стандартизации, что обеспечивает возможность принимать научно-обоснованные решения по оценке показателей качества и результативности процесса стандартизации наукоёмкой продукции (п. 9 паспорта специальности 2.5.22).

2. Разработана концептуальная модель процесса стандартизации сложной наукоёмкой продукции, отличающаяся применением процедур расчета показателя цифровой зрелости организации-разработчика

стандартов, что позволяет устанавливать отклонения показателя от заданных значений и прогнозировать результативность процесса стандартизации наукоемкой продукции (п. 9 паспорта специальности 2.5.22).

3. Разработан алгоритм оценки уровня цифровой зрелости организации-разработчика стандартов, отличающийся согласованием баз данных процесса стандартизации с реферативными базами данных терминов по составу и свойствам наукоемкой продукции, что позволяет выполнять автоматизацию процессов обработки информации при стандартизации наукоемкой продукции (п. 5 паспорта специальности 2.5.22).

4. Разработан алгоритм расчета критериев качества процесса стандартизации наукоёмкой продукции, отличающийся применением процедур обработки и определения ошибок чтения данных, нормирования значений и расчёта взвешенных сумм частичных значений критериев, визуализацией статистических данных в виде диаграмм и тепловой карты, что позволяет сократить время расчета отклонений значений критериев качества от нормативных величин на этапах жизненного цикла и повысить результативность сложного процесса стандартизации разработки наукоемкой продукции (п. 5 паспорта специальности 2.5.22).

5. Разработан алгоритм управления результативностью процесса стандартизации наукоёмкой продукции, отличающийся применением процедур расчёта среднего значения критериев длительности выполнения этапов жизненного цикла процесса стандартизации, процедур расчёта значения стандартного отклонения в интервале 3σ и нормального распределения значения времени выполнения этапов процесса, процедур визуализации статистических данных в виде диаграмм, что позволяет принять научно-обоснованные решения по повышению результативности сложного процесса стандартизации новой наукоемкой продукции (п. 9 паспорта специальности 2.5.22).

6. Практически использованы методики применения программного обеспечения оценки расчета критериев качества и управления

результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции, отличающиеся применением процедур индикации отклонений рассчитанных значений критериев качества процесса стандартизации от заданных нормативных требований при обеспечении синхронного взаимодействия с реферативными базами данных терминов по составу и свойствам наукоемкой продукции, что позволяет предотвращать несоответствия рассчитанных значений критериев качества установленным требованиям и обеспечивает принятие научно-обоснованных управленческих решений на всех этапах жизненного цикла процесса стандартизации наукоемкой продукции (п. 9 паспорта специальности 2.5.22).

Теоретическая значимость работы

Теоретическая значимость работы состоит в совершенствовании методов стандартизации посредством разработки и внедрения моделей и алгоритмов управления качеством процесса стандартизации наукоемкой продукции, методов оценки качества и прогнозирования качества процесса стандартизации в цифровой среде.

Практическая значимость результатов работы:

Применение разработанных методов, алгоритмов и программного обеспечения критериев качества и результативности позволили разработать стандарты в области численного моделирования свойств полимерных композиционных материалов.

Разработанное программное обеспечение применяется при разработке национальных стандартов, и были апробированы при разработке предварительных национальных стандартов (ПНСТ) в области численного моделирования ПНСТ 670—2022 и ПНСТ 791—2022 и национальных стандартов ГОСТ Р 57700.42—2023 и ГОСТ Р 57700.43—2023 в ФБГУ «Институт стандартизации».

Полученные научные и практические результаты работы применяются в учебном процессе РТУ МИРЭА при изучении фундаментальных дисциплин «Стандартизация в управлении качеством на предприятии» магистрантов по

направлениям подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», 15.04.06 «Мехатроника и робототехника».

Разработана и применена база данных «Информационная база данных для обеспечения работы по осуществлению результативности процесса разработки документов по стандартизации» (Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025622348, заявка № 2025621974 от 20.05.2025, положительное решение от 29.05.2025).

Разработаны и направлены на регистрацию 2 программы для ЭВМ – «Программа для реализации алгоритма оценки критериев качества процесса стандартизации наукоёмкой продукции» и «Программа для реализации алгоритма управления результативностью процесса стандартизации наукоёмкой продукции», для оценки цифровой зрелости организации-разработчика стандартов с учётом требований Минцифры (Приказ от 28.12.2024, № 1210), применимые для организации выполнения технического проекта интегральных микросхем.

Методология и методы исследования

Методология исследования основана на системном анализе, квалиметрии, методах решения научно-методических, теоретических задач, системного анализа и обобщения с помощью аналитической платформы «Логинком», теории и исследования данных. Исследование и обработка статистических данных в работе выполнена с применением классической вероятностно-статистической модели количественной оценки.

Положения, выносимые на защиту:

1. Концептуальная модель процесса стандартизации наукоёмкой продукции.
2. Алгоритм расчета значений критериев качества процесса стандартизации наукоёмкой продукции, реализованный в форме программного обеспечения.
3. Алгоритм оценки цифровой зрелости организации-разработчика стандартов.

4. Алгоритмы мониторинга показателей качества и управления результативностью сложного процесса стандартизации новой наукоемкой продукции.

5. Архитектура, режимы функционирования и методики применения программного обеспечения расчета критериев качества и управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции

Степень достоверности и апробация результатов исследования

Результаты диссертационного исследования апробированы на конференциях международного и российского уровня в период 2020-2024 гг., включая международную конференцию «Современные проблемы внедрения элементов бережливого производства», 22-30 декабря 2020 года., г. Ульяновск, «Ульяновский государственный технический университет», заочной научной конференции «Стандартизация и техническое регулирование: современное состояние и перспективы развития», 25.12.2020. ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», г. Москва, XX Международной научно-практической конференции «Управление качеством», 11-12 марта 2021 года., МАИ, г. Москва, XI Международной научной конференции «ИТ-Стандарт 2021», 24 ноября 2021 года, г. Москва, РТУ МИРЭА, III Международной научно-практической конференции молодых ученых «Роль технического регулирования и стандартизации в эпоху цифровой экономики», 25 ноября 2021 г. Уральский федеральный университет г. Екатеринбург, XXI Международной научно-практической конференции «Управление качеством», 10-11 марта 2022, г. Москва, МАИ, Национальной научно-практической конференции «Цифровизация техносферы: научный подход» 30 мая 2022. г. Москва, РТУ-МИРЭА, Национальной научно-практической конференции «Цифровые технологии и управление качеством в технических системах» 7-23 декабря 2022, г. Москва, РТУ-МИРЭА, национальной конференции «Цифровизация техносферы: научный подход» 23 мая-29 июня 2023 года. РТУ МИРЭА, г. Москва, Международной конференции, посвященной проблемам информатизации обучения в высшей школе, ЛГТУ,

г. Липецк, 14-16 июня 2023 г, IX Международной научно-практической конференции «Менеджмент качества, транспортная и информационная безопасность, информационные технологии» (2024 QM&TIS&IT), КБГУ, г. Нальчик, 23-27 сентября 2024 гг.

Область исследований диссертации

Соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности 2.5.22: п. 3 «Научные основы и совершенствование методов стандартизации и менеджмента качества (контроль, управление, обеспечение, повышение, планирование качества) объектов и услуг на различных стадиях жизненного цикла продукции» (см. раздел диссертации «Глава 1»),

п. 5 «Методы оценки качества объектов, стандартизации и процессов управления качеством» (см. раздел диссертации «Главы 2-4»),

п. 9 «Разработка и совершенствование научных инструментов оценки, мониторинга и прогнозирования качества продукции и процессов» (см. раздел диссертации «Главы 2-4»).

Объект исследования

Процесс стандартизации наукоемкой продукции.

Предмет исследования

Совершенствование качества и результативности процесса стандартизации наукоемкой продукции на основе применения моделей и алгоритмов цифровизированного управления качеством стандартизации наукоемкой продукции.

Реализация и применение результатов квалификационной работы

Использованы при выполнении государственных контрактов и НИР Минпромторга России и Росстандарта (№ 130-19/2021 от 18.03.2021 г., № 130-27/2022 от 28.03.2025).

Полученные научные и практические результаты применяются в РТУ МИРЭА при изучении фундаментальных дисциплин «Стандартизация в управлении качеством на предприятии» для магистрантов по направлениям

подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», 15.04.06 «Мехатроника и робототехника».

А так же при достоверном обеспечении основного процесса разработки НИР и ОКР в системе менеджмента качества научно-исследовательских подразделений РТУ МИРЭА, разработки НИР в ряде организаций, выполняющих работы по стандартизации.

Теоретическая и методологическая база исследования

Результаты научных исследований ученых в соответствующих тематике областях, таких как: научная организация труда, автоматизация производственных процессов, исследования в области анализа цифровых больших данных.

Информационная основа исследовательской работы

Научно-методические, научно-исследовательские материалы институтов, образовательных учреждений и научных периодических изданий.

Личный вклад автора

Представленные результаты исследования в диссертации получены автором лично. Автор непосредственно формулировал постановку цели и задач исследования.

Публикации

По теме диссертационного исследования опубликовано 12 научных работ общим объемом 4,2 п. л. (личный авторский вклад 2,8 п. л.), включая 9 работ в рецензируемых научных изданиях ВАК и 3 статьи в журналах, индексируемых международными базами Scopus. Получено 1 свидетельство на регистрацию базы данных.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка использованной литературы и приложений. Текст диссертации изложен на 154 страницах, содержит 28 рисунков и 23 таблицы, общий объем с учетом приложений составляет 169 страниц.

ГЛАВА 1. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МЕТОДАМ И ИНСТРУМЕНТАМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СТАНДАРТИЗАЦИИ

1.1. Системный анализ современных методов управления качеством процесса стандартизации

Экспертное сопровождение осуществляется для разработки и применения цифровых моделей и виртуальных испытательных стендов для ускоренной сертификации изделий из ПКМ. Стандартизация является одним из ключевых факторов поддержки развития наукоемких отраслей промышленности, способствует развитию добросовестной конкуренции, инноваций, повышению уровня безопасности и качества производства, обеспечивает охрану интересов потребителей и производителей продукции. В соответствии с законодательством [6, 7, 8] одним из принципов стандартизации обеспечивается соответствия требований стандартов современному уровню развития науки, техники и технологий, а также передовому отечественному и зарубежному опыту. Управление качеством процесса стандартизации возможно с применением передового опыта при создании цифровизированных (ИТ) инструментов управления процессом [9, 10, 11, 12]. Применение ИТ для управления процессами позволяет снижать риски, человеческий фактор, сократить сроки разработки наукоемкой продукции и технологий, обеспечить применение межкорпоративных и межотраслевых решений. Поэтому разработка и совершенствование ИТ-инструментов для управления качеством процесса стандартизации наукоемкой продукции является актуальной задачей. Это позволит повысить качество современного фонда национальных стандартов, сократить сроки разработки, обеспечить интероперабельность, интегрировать междисциплинарные знания на всех этапах ЖЦ процесса стандартизации наукоемкой продукции и информационной инфраструктуры.

Вопросы систематизации и анализа труда, исследования рабочих операций легли в основу таких направлений науки как тектология,

технология оргаграмм, общая теория систем (ОТС), системный анализ, кибернетика, синергетика, научная организация труда (НОТ) и «Качество, Надёжность, Ресурс С Первых Изделий» (КАНАРСПИ), комплексная система управления качеством продукции (КС УКП) и другие [13, 14, 15, 17, 18, 19, 20], которые также послужили базой для развития АИС и методов анализа данных, используемых для решения таких задач, как классификация и группировка данных, дискриминация и отбор главных факторов, исключения малоинформативных показателей [16]. Новый виток развития инструментов и методик управления качеством получили с принятием концепции Индустрия 4.0 [21, 22, 23, 24].

В основу управления процессами в проектном управлении были заложены два наиболее популярных метода – Канбан, который в несколько ином виде знаком по концепции БП, пришедшей с фирмы Тойота, но в ИТ-индустрии обрел несколько иные свойства, визуализируя в основном количество интеллектуальной работы.

В исследованиях [25, 26, 27, 28] установлено, что сроки разработки НД в национальной системе стандартизации для поддержания актуального состояния фонда недостаточны. Существующие инструменты управления качеством не коррелируются с инструментами, рассчитанными на применение при реализации ЦТС и требуют пересмотра с целью осуществления применения ИТ-инструментов в целях обеспечения разработки наукоемкой продукции [29].

Существует широкий спектр методов и средств управления и контроля качества, применяемых в организациях различных отраслей. Совершенствование СМК диктует развитие методов и средств управления и контроля качества, и определяет трудности при выборе для дальнейшего применения в организации наиболее подходящих для решения определенной задачи инструментов качества [53, 54]. В рамках данной работы применение инструментов качества рассматривается применительно к процессу

стандартизации наукоемкой продукции для управления результативностью и рационализации организации процесса стандартизации [55, 56, 59].

С увеличением объемов создаваемых в процессе стандартизации наукоемкой продукции и обрабатываемых цифровых данных появилось отдельное направление управления качеством – управление качеством данных, основные принципы которого нашли отражение в МС серии ИСО 8000 [61]. Совершенствование инструментов управления качеством данных в том числе является важным этапом при моделировании [62, 63, 64]

Применение традиционной методики PDCA [60] к управлению качеством цифровых данных представлено на рисунке 1.1.

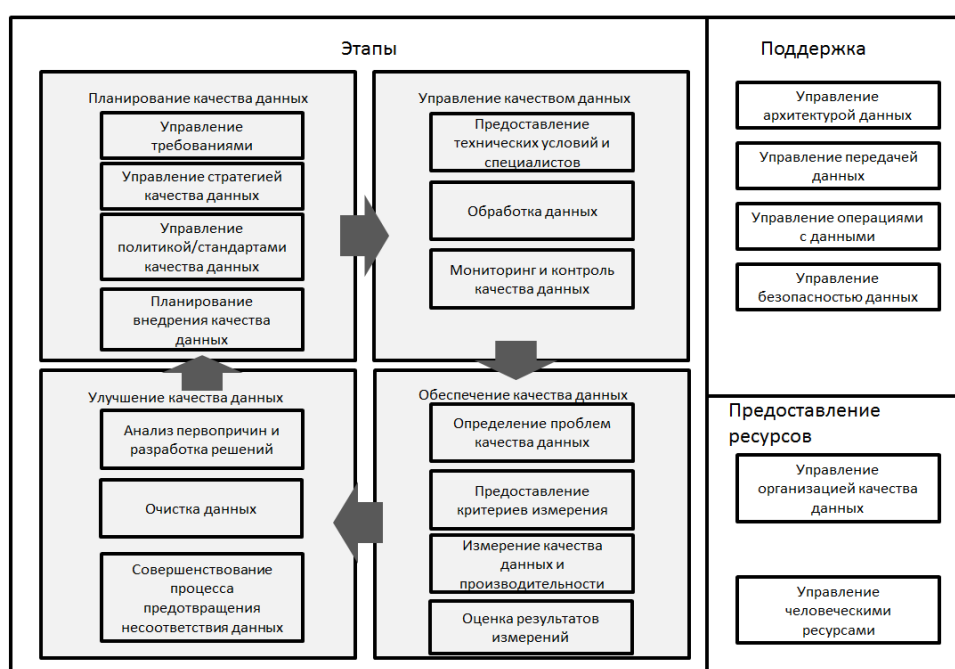


Рисунок 1.1 – Базовая структура управления качеством данных, основанная на PDCA

Цикл PDCA также применим для повышения производительности любого из процессов более низкого уровня управления качеством данных. Эти улучшения будут способствовать повышению результативности процесса и качества данных.

Жизненный цикл стандартов – комплекс процессов, выполняемых на этапах от выявления потребностей в разработке до их удовлетворения и отмены применения.

Схема ЖЦ стандарта включает стадии «Исследований», «Планирования», «Разработки», «Применения», «Актуализации», «Отмены», включающие этапы подачи предложения в ПНС, разработки, редактирования, утверждения, регистрации и т. п. [47] (Рисунок 1.2)



Рисунок 1.2 – ЖЦ стандартизации

При разработке стандарта наукоёмкой продукции целесообразно проводить научно-техническую оценку на предмет соответствия кодов УДК и ОКС реферативным базам.

Принимая это во внимание, необходима разработка, применение и внедрение актуальных инструментов управления и контроля качества на этапах ЖЦ процесса стандартизации наукоёмкой продукции, в первую очередь на этапе планирования [65].

Наиболее распространенные инструменты для мониторинга при управлении качеством – карты Шухарта, карты Хотеллинга, карты обобщенной дисперсии. Они используются отдельно и в сочетании с методиками многомерного статистического контроля процессов. [112, 115, 117, 118]

Использование новых решений в рамках развивающихся концепций и технологических укладов требует высокого уровня внедрения процессных подходов [117]. В значительной мере эффективность процессного подхода определяют средства, методы и инструменты контроля качества процесса [119, 120]. В настоящее время существуют инструменты, которые позволяют

осуществлять мониторинг процесса и снижать расходы на обеспечение качества, при этом система мониторинга должна соответствовать определённым требованиям и критериям [113].

Целесообразно осуществить рассмотрение научных исследований, проводившихся в рамках подготовки кандидатских и докторских диссертаций за последние 5 лет.

Исследование Миронова Д.Е. (диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук, научная специальность 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика (стандартизация и управление качеством продукции)», Санкт-Петербург, 2024) посвящено вопросам разработки модели цифрового технического регулирования, применение которой дает возможность выявить перспективный потенциал цифровой трансформации системы технического регулирования посредством машиночитаемой разметки ныне действующих технических регламентов ЕАЭС и перечней стандартов, их связей и процессов взаимодействия пользователей с элементами системы; кроме того, предложенная диссертантом методика оценки эффективности информационного обеспечения в системе технического регулирования дает возможность осуществить выбор наилучшего из вариантов цифровой трансформации. При этом необходимо отметить, что предложенная в исследовании стратегия цифровой трансформации информационного обеспечения в системе технического регулирования в РФ основывается на экосистемном подходе к формированию архитектуры данной ИС. [131].

Исследование Рагуткина А.В. (диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, научная специальность 2.5.22 «Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства», Москва, 2023 г.) посвящено вопросам обоснования модели работоспособности технологических систем производства продукции заданного качества. В исследовании повышение эффективности деятельности закладывается в основу организации производства и должно быть обеспечено

как совершенствованием материально-технической базы, так и системой управления предприятием. В основу построения системы автором предложен метод проектно-операционного управления, который интегрирует бизнес-процессы на уровне основной деятельности всего предприятия, реализуя расширенный функционал BPM систем, включая процедуры оптимизации загрузки предприятия [132]. При этом автор не описывает возможность автоматизированного построения моделей бизнес-процесса на основании применения технологий интеллектуального анализа реального процесса и построения инфо-логической модели бизнес-процесса.

Исследование Одиноква С.А. (диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, научная специальность 2.5.22 «Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства», Санкт-Петербург, 2023 г.) посвящено вопросам методологии принятия решений на основе свидетельств и процессного подхода. Наиболее значимым результатом исследования является разработанный и реализованный на практике научно-прикладной комплекс методов сбора, обработки, хранения и анализа данных для принятия решений при производстве новых материалов, а также реализации предложений по более эффективному применению принципов менеджмента качества, в разработке организационно-технических мер, направленных на совершенствование СМК, в создании методов улучшения инновационных технологических процессов [133]. Целесообразно сформулировать концептуальную модель деятельности, установить функциональные принципы и основные функциональные возможности ИС.

1.2. Современные направления совершенствования организации управления процессом стандартизации наукоемкой продукции

В современном понимании стандартизация была внедрена в государственную деятельность с учреждением специальной государственной службы и создания НД в конце XIX века [30]. В начале XX века вместе со стремительным ростом промышленности и наращиванием промышленных

производств потребовались новые решения и новые НД, что в отечественной истории было ознаменовано появлением Комитета по стандартизации и нового вида документов – общесоюзных стандартов (ОСТ), на смену которым пришли распространенные в настоящее время национальные и межгосударственные стандарты (ГОСТ Р и ГОСТ), ранее называемые государственными общесоюзными стандартами [30]. В зарубежной промышленности с разницей почти в полвека появились действующие и сейчас международные организации – МЭК, созданная в 1906 г. и ИСО, созданная в 1947 г., создавшая в конце 1980-х годов XX века серию стандартов ИСО 9000, в основу которых были заложены идеи и положения теории всеобщего менеджмента качества (TQM) [26].

Отдельно в рамках общей ЦТС рассмотрим цифровую трансформацию ЖЦ стандартов [31-33, 35, 36, 46] и инструменты ИТ, которые планируется применять в рамках ЦТС (Рисунок 1.3).

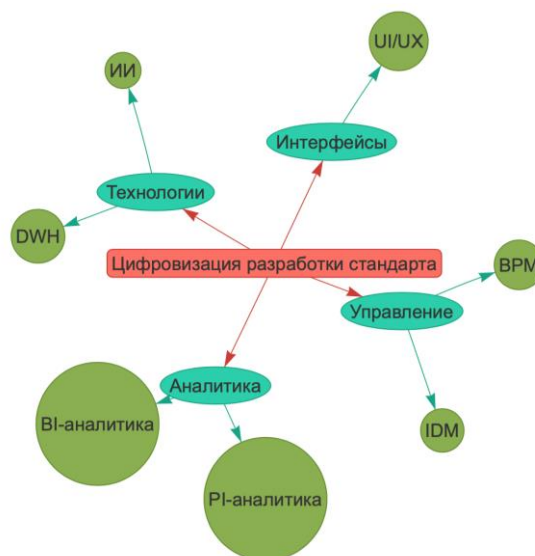


Рисунок 1.3 – Инструментальное обеспечение цифровизации процесса стандартизации

Как видно из представленной схемы, основными инструментами цифровизации является использование систем бизнес-аналитики, систем управления и сбора данных, применение методологии моделирования процессов BPM, взаимодействие специалистов при разработке стандартов

через UI/UX интерфейсы, применение ИИ, а также систем управления доступами.

В настоящее время существует целевой бизнес-процесс стандартизации (рисунок 1.4).

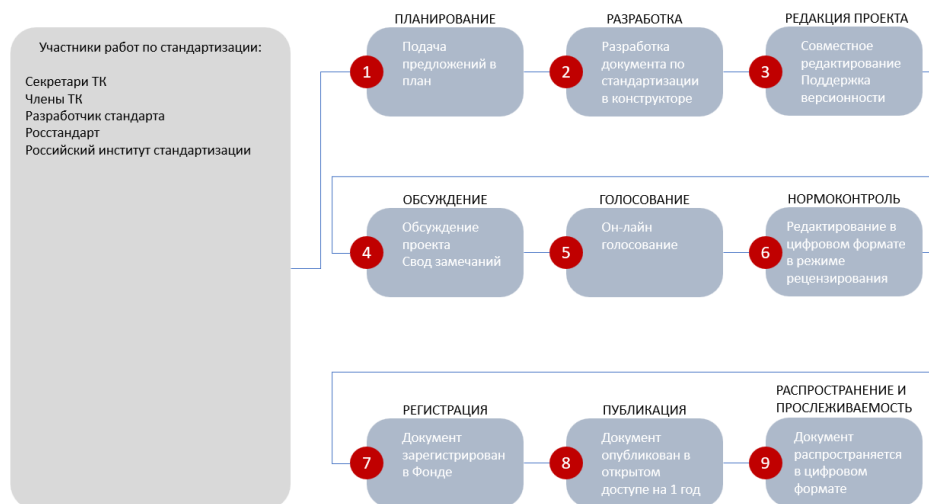


Рисунок 1.4 – Предлагаемый целевой бизнес-процесс стандартизации

На представленной схеме видно, что предлагаемый в рамках ЦТС процесс повторяет этапы ЖЦ стандарта, которые регламентируются основополагающими стандартами. С целью определения степени цифровизации процесса стандартизации целесообразно определить уровни ЦЗ, что позволит в дальнейшем корректно оценивать процесс и вырабатывать меры для его совершенствования для возможности применения в конечном счете в моделях [7, 47, 48].

Современные методы управления бизнес-процессами объединяют технологические инновации, такие как BPM и ИИ, с традиционными организационными подходами, в том числе стандартизацией и обучением персонала. Ключевой тенденцией является переход от статичных бумажных регламентов к динамическим системам, где управление качеством осуществляется через цифровизацию. Процессный подход и стандартизация позволяют формализовать этапы, роли и ресурсы с использованием специализированных нотаций для моделирования процесса, таких как BPMN. Это обеспечивает прослеживаемость и позволяет выявлять несоответствия в процессах. Внедрение процессного подхода, ориентированного на

постоянное совершенствование, осуществляется в соответствии со стандартами серии ИСО 9000/9001. Интеграция установленных в них принципов управления качеством в BPM-системы позволяет цифровизировать оценку качества процесса стандартизации и минимизировать риски несоответствий.

Интеграция процессов стандартизации с ИС обеспечивает целостность и согласованность информации и данных. Технологии МО и ИИ позволяют выявлять несоответствия в документах на ранних стадиях, что способствует повышению качества управления. Рассмотренные методы представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Современные методы управления качеством

Группа методов	Метод	Описание
1. Процессный подход и стандартизация	Описание и моделирование процессов	Детальное описание этапов, ролей, ресурсов с использованием нотаций (BPMN) для визуализации процессов.
	Иерархия документов	Разделение документов на уровни: стратегические, оперативные, инструктивные. Четкие цели и критерии качества.
	Стандарты ИСО 9000/9001	Внедрение процессного подхода, ориентированного на клиента и постоянное улучшение. Интеграция в BPM-системы.
2. Автоматизация и BPM-системы	Использование BPMS	Автоматизация проектирования процессов, генерация регламентов, отслеживание КПЭ.
	Интеграция с CRM и ECM	Связь процессов разработки документов с системами управления контентом и клиентскими базами.
	Автоматический контроль отклонений	AI и машинное обучение для выявления несоответствий в документах.
3. Административные методы	Регламентирование и нормирование	Четкие инструкции с критериями качества, сроками и ответственными. Требования: компактность, ясность, логичность.
	Матрица ответственности	Сопоставление процессов с исполнителями для минимизации конфликтов и дублирования.
	Мотивационные схемы	КПЭ и премиальные системы за соблюдение регламентов.
4. Итеративное	Пилотное внедрение	Тестирование регламентов на

Группа методов	Метод	Описание
тестирование		контрольных группах перед масштабированием.
	Обратные связи через аудит	Регулярные аудиты для проверки соответствия стандартам (например, ИСО).
	Сбор аналитики	Мониторинг времени выполнения задач, частоты ошибок, удовлетворенности сотрудников.
5. Вовлечение персонала	Обучение на основе регламентов	Тренинги и аттестации для сотрудников.
	Корпоративная культура качества	Формирование культуры, где соблюдение стандартов — часть ценностей компании.
	Социальные инструменты	Использование платформ для объединения и коммуникации.

Адаптация рассмотренных методов управления под конкретные задачи организации позволяет достичь максимальной результативности и качества управления бизнес-процессами.

Внедрение специализированных BPM-систем, позволяет цифровизировать проектирование, выполнение и мониторинг процесса стандартизации. Эти платформы обеспечивают автоматическую генерацию регламентационных документов и интеграцию с ИС, что способствует сокращению временных затрат.

Современные направления совершенствования организации управления процессами представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Современные направления совершенствования организации управления процессом стандартизации наукоемкой продукции

Направление	Описание	Результаты
Автоматизация через BPM-системы	Внедрение BPMS для проектирования, исполнения и контроля процессов.	Сокращение времени разработки документов на 20-40%, автоматизация рутинных задач.
Визуальное программирование	Настройка процессов без глубоких знаний программирования.	Ускорение внедрения процессов, снижение затрат на разработку.
Гибкие методологии (Agile, Kanban)	Использование для адаптивного управления этапами разработки.	Повышение гибкости процессов, сокращение сроков согласования.
Интеграция ИИ и	ИИ для анализа документов,	Снижение ошибок на 15-25%,

Направление	Описание	Результаты
аналитики	выявления ошибок и прогнозирования рисков.	повышение качества документов.
Стандартизация (ISO 9000/9001)	Внедрение международных стандартов для контроля качества.	Прозрачность процессов, соответствие регуляторным требованиям.
Стандартизация (ISO 8000)	Обеспечение качества данных при формировании ЕИП и моделировании процесса	Снижение ошибок, повышение качества модели процесса.
Распределенные реестры	Автоматизация рутинных задач через смарт-контракты.	Прозрачность процессов для всех участников.

Проведем SWOT-анализ рассмотренных современных методов управления процессом стандартизации (таблица 1.3)

Таблица 1.3 – SWOT-анализ современных методов управления процессом стандартизации наукоемкой продукции

Категория	Описание
Сильные стороны (S)	
Автоматизация процессов	Использование BPM-систем для стандартизации этапов разработки, минимизации ручного труда.
Поддержка стандартов	Интеграция ИСО 9001 в процессы разработки, что обеспечивает соответствие требованиям регуляторов.
ИИ для контроля качества	ИИ-алгоритмы анализируют текст документов на соответствие нормам, выявляют противоречия и ошибки.
Гибкость методологий	Agile-подходы позволяют оперативно вносить правки в документы при изменении законодательства. Визуальное программирование позволяет адаптировать процессы без программирования.
Слабые стороны (W)	
Высокая сложность внедрения	Необходимость адаптации BPM-систем под специфику процесса стандартизации (формулировки, иерархия документов).
Зависимость от экспертов	Процесс стандартизации требуют участия профильных специалистов, что замедляет работу.
Риски безопасности	Утечки конфиденциальных данных при использовании облачных BPMS.
Сложность внедрения	Необходимость обучения сотрудников.
Возможности (O)	
Оптимизация процессов	Сокращение времени разработки за счет автоматизации.
Цифровые модели процессов	Моделирование процессов стандартизации для прогнозирования несоответствий.
Интеграция с государственными ИС	Автоматическая выгрузка данных из систем ФГИС.
Угрозы (T)	

Категория	Описание
Быстрое устаревание	Технологические изменения могут сделать инструменты неактуальными.
Кибератаки	Угроза взлома систем хранения данных, особенно при работе с гостайной.
Человеческий фактор	Ошибки сотрудников при ручном вводе данных.
Соппротивление сотрудников	Нежелание персонала переходить на новые инструменты

Современный этап развития ИТ в рамках ЦТС характеризуется резким, взрывным характером возросших требований к наукоемкой продукции.

При этом под понятием «процесс» скрываются реальные люди и механизмы, образуя полисубъектную среду [66]. Одним из факторов, влияющих на результативность процесса стандартизации наукоемкой продукции является обеспеченность организации инструментарием управления процессами на основе ИТ, что возможно определить через оценку уровня ЦЗ организации-разработчика стандартов при управлении качеством процесса стандартизации наукоемкой продукции [67, 68]. Понимание уровня ЦЗ важно для управления результативностью процесса стандартизации через достижимость запланированных целей, а также определению соответствия кластерам сложности объектов стандартизации. Для сегментации уровней ЦЗ необходимо определить критерии, по которым процесс можно отнести к тому или иному уровню ЦЗ. В 2022 году была проведена оценка уровня ЦЗ стандартизации по 15 параметрам [47]. Из них целесообразно рассмотреть два параметра – «Цифровая среда стандартизации» и «Управление процессом стандартизации». Уровень оценки этих параметров показывает, что по обоим параметрам показатели уровня ЦЗ находятся лишь на 2 уровне из 5, по которым проводилась оценка.

На основе анализа ЦТС была разработана дорожная карта с перечнем комплексных мероприятий, направленных на цифровизацию всех этапов ЖЦ стандартов [47]. Рассмотрена возможность применения современных ИТ и инструментов ИИ.

В современных исследовательских работах также рассматриваются вопросы цифровизации и управления качеством процесса стандартизации [137].

Исследование Чихладзе З.Д. (диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, научная специальность 2.5.22 «Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства», Москва, 2024 г.) посвящено вопросам разработки инструментов поддержки принятия решений, обеспечивающих повышение качества выполнения процессов ТОиР на местах эксплуатации, включающих нечеткую и имитационную модели ремонтных работ, необходимого для оперативного планирования сроков выполнения работ и определения требуемого количества и специализации персонала [134]. При этом в исследовании автором установлено, что в рамках работы системы возможно наличие базы данных, но не представлена архитектура данных, взаимосвязь архитектуры данных с ИС, откуда возможно получение данных о процессе и возможность автоматизированного моделирования процесса на основе данных за счёт применения метода интеллектуального анализа процесса. Целесообразно сформулировать концептуальную модель деятельности, установить функциональные принципы и основные функциональные возможности ИС.

Исследование Бабенко Е.В. (диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, научная специальность 2.5.22 «Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства», Москва, 2023 г.) посвящено вопросам стандартизации процессов цифровой трансформации машиностроительных производств. Успешное развитие ЦТС должно основываться на комплексном решении задач, одной из которых является разработка национальных стандартов для создания и развития экосистемы цифровой промышленности, содержащих требования к архитектуре, моделям бизнес-процессов, описанию активов и взаимодействию автоматизированных комплексных систем управления в цифровом и умном (интеллектуальном) производстве. Диссертантом

разработан унифицированный комплекс функциональных моделей, обеспечивающий реализацию ЦТС на основе сочетания проектного и процессного подхода в целях управления процессами ЦТС. При этом в исследовании отмечая влияние Индустрии 4.0 на развитие цифровой промышленности, диссертант не приводит конкретных данных о достигнутом уровне ЦЗ в промышленно развитых странах мира и не уточняется специфика цифровизации разработки проектов документов, предназначенных для создания цифровых стандартов [135]. Целесообразно сформулировать концептуальную модель процесса стандартизации, разработать алгоритм интеллектуального анализа процесса для его моделирования на основе данных, разработать инфо-логическую модель данных, описывающих процесс стандартизации, установить функциональные принципы и основные функциональные возможности ИС.

Исследование Юрина Д.С. (диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, научная специальность 2.5.22 «Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства», Тула, 2023 г.) посвящено вопросам области стандартизации и управления качеством продукции в части разработки комплексных методик и инструментария процесса разработки и контроля рабочей конструкторской документации с применением внутренней и внешней обратной связи, введением инструментария чек-листов, интегрированных в ИС управления процессом разработки конструкторской документации предприятия-разработчика авиационной техники для ее индивидуализированного производства, комплексного показателя качества, учитывающего количество ошибок в конструкторской документации, удельного веса конструкторской документации сданной с первого предъявления, требований предприятий-изготовителей авиационной техники и ритмичности реализации запросов предприятий-изготовителей на изменение конструкторской документации для индивидуализированного производства авиационной техники [136]. Диссертантом предложен комплекс научно-технических методик и

инструментария, обеспечивающих улучшение качества процесса разработки конструкторской документации, учитывающих условия индивидуализированного производства авиационной техники. Автором не установлена взаимосвязь между ЕИП, процессом, данными и ИС, что не позволяет комплексно планировать процесс стандартизации. В том числе целесообразно разработать методику оценки ЦЗ организации-разработчика стандартов.

На основании выполненного анализа исследований установлено, что целесообразно провести исследования в области выбора модели организации данных, определить инструменты для моделирования бизнес-процесса стандартизации на основе данных, обосновать необходимость разработки концептуальной модели и проведение, и выбор методов оценки ЦЗ организации-разработчика стандартов.

Необходимо учитывать также реализацию наилучших доступных технологий (НДТ) через инструменты стандартизации [69].

1.3. Анализ применения инструментов распределенных реестров и обоснование выбора направлений совершенствования средств цифровизации процесса стандартизации наукоемкой продукции

Технология распределённых реестров (блокчейн) представляет собой современный инструмент, который всё чаще рассматривается в качестве перспективного средства для оптимизации бизнес-процессов [57].

Одним из ключевых аспектов применения блокчейн является его способность обеспечивать целостность и неизменность данных. Это позволяет гарантировать, что ни один этап редактирования не будет утерян или изменён без явного согласия всех участников процесса. Для применения в процессе стандартизации блокчейн может использоваться для фиксации каждого этапа согласования, что исключает возможность возникновения конфликтов версий и обеспечивает полную прозрачность истории правок.

Смарт-контракты, представляют собой программные алгоритмы, автоматизирующие выполнение условий, прописанных в документах. Они

могут быть использованы для запуска различных этапов согласования, уведомления ответственных лиц о нарушениях сроков или автоматической проверки выполнения условий контрактов. Блокчейн также предоставляет возможность синхронизации корпоративных нормативных документов с государственными ИС.

Рассмотрим преимущества и ограничения применения технологии блокчейн (таблица 1.4)

Таблица 1.4 – Анализ преимуществ и ограничений инструментов распределенных реестров

Преимущества	Ограничения
Неизменность данных: Защита от несанкционированных изменений.	Высокая стоимость и сложность внедрения.
Уменьшение регламентированных процедур: Автоматизация типовых задач через смарт-контракты.	Правовая неопределённость: Отсутствие единых стандартов регулирования (особенно для международных проектов).
Повышение доверия: Прозрачность процессов для всех участников.	Технические сложности: Масштабируемость и совместимость с устаревшими системами.
Защита от кибератак: Децентрализация повышает ИБ	Энергозатратность: Некоторые блокчейн-сети потребляют много ресурсов

Блокчейн представляет собой современный инструмент для управления процессом стандартизации. Его характеристики, такие как неизменность данных, прозрачность транзакций и автоматизация выполнения условий, делают его перспективным решением для процесса стандартизации наукоемкой продукции. Однако для успешного применения этого инструмента к процессу стандартизации необходимо учитывать специфику, нормативную базу и потенциальные риски, характерные для стандартизации.

Блокчейн позволяет пересмотреть способ управления процессами стандартизации из-за ее потенциала для реализации децентрализации управления процессом, выступающей в качестве единой точки доверия /недоверия [125].

Основное направление применения технологии блокчейн заключается в наличии смарт-контрактов, что позволяет запрограммировать необходимые условия для выполнения того или иного действия. Таким образом возможна

максимальная автоматизация процесса стандартизации наукоемкой продукции. Однако в настоящее время данный инструмент имеет ряд неразрешенных проблем, которые ограничивают его применение:

- ограниченная пропускная способность транзакций;
- длительность обработки транзакций;
- удобство использования;
- безопасность;
- нерациональное использование ресурсов;
- разногласия в сообществах разработчиков.

Возможности, предоставляемые смарт-контрактами перспективны для управления процессом стандартизации, поскольку многие задокументированные правила, устанавливающие требования, могут быть переведены в смарт-контракты. Применимость данной концепции наиболее целесообразна в межорганизационных процессах, которым и является процесс стандартизации, где задействовано большое количество участников работ по стандартизации (организации-разработчики стандартов, ТК, кураторы ТК, специалисты ФОИВ, редакторы, члены ТК, потребители стандартов и т.д.), где для оперативного и бесшовного выполнения процесса стандартизации необходима высокая точность и скорость проверки выполнения заданного набора условий и требований [8, 37, 102]. Так называемые триггерные компоненты на основе блокчейн позволяют связывать межорганизационные процессы с веб-сервисами, что позволяет совершенствовать и развивать информационную инфраструктуру.

Блокчейн может выступать в качестве неизменяемого публичного реестра, поэтому участники смогут просматривать историю сообщений и определять источник ошибки. Смарт-контракты могут осуществлять независимый мониторинг процесса стандартизации, принимая только ожидаемые сообщения от зарегистрированных участников на соответствующем этапе процесса стандартизации.

Важно рассмотреть возможность применения технологии блокчейн для обеспечения целостности данных [72, 73, 74] при работе SMART-стандартов, что поможет защитить информацию от несанкционированных изменений, особенно при полной автоматизации с использованием машинопонимаемого контента SMART-стандартов [70, 71, 75, 76, 77, 78, 79]. Ещё одной перспективной технологией для создания ЕИП стандартизации целесообразно рассмотреть метавселенные [80, 81, 82, 83, 84, 85, 86].

1.4 Современные цифровизированные инструменты обработки больших массивов данных для оценки качества процесса стандартизации

Рассматривая инструменты ИТ следует выделить две группы ИТ – традиционную и новую [130]. Традиционная, которая требует либо помощи специалистов, либо обучения существующих специалистов новым знаниям. С её помощью эффективно решаются рутинные задачи с помощью алгоритмических языков и формализованных моделей, но при этом для понимания моделей нужны пояснения. Поиск решений осуществляется алгоритмами. Новая технология на основе ИИ превращает ЭВМ в партнера для специалистов, не обладающих навыками программирования, но при этом помогая решать творческие задачи.

Внедрение цифровых моделей представляет собой современный подход к прогнозированию сроков разработки стандартов, что способствует более результативному управлению проектами. Применение инструментов визуального программирования, таких как «Логинорм», могут стать перспективным решением для обеспечения быстрого создания и внедрение решений по управлению цифровыми данными.

Интеграция технологий ИИ для анализа данных и выявления несоответствий требованиям нормативных документов становится ключевым направлением. Эти инструменты автоматизируют проверку соответствия документов установленным стандартам и выявляют потенциальные ошибки, в том числе в части соответствия кодов УДК и ОКС реферативным базам, что

характеризует разработку стандартов наукоемкой продукции, что повышает качество разрабатываемых этих стандартов. Применение цифрового моделирования позволяет моделировать и тестировать процессы стандартизации до их внедрения, минимизируя риски и обеспечивая оптимизацию процессов.

Решение вопросов управления данными и проблем по цифровизации возможно через инструменты стандартизации с целью обеспечения интероперабельности ИС – от ИС, используемых при обеспечении процесса стандартизации, до ИС, применяемых при виртуальных испытаний. Обеспечение интероперабельности поддерживается программой «Цифровая экономика Российской Федерации», «Экономика данных» и Распоряжении Правительства РФ от 21.12.2021 N 3759-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации науки и высшего образования».

Для разработки цифровой модели процесса стандартизации наукоемкой продукции возможно рассмотреть применение широкого спектра инструментов, обеспечивающих структурирование данных, анализ процессов и их автоматизацию. Ключевыми категориями инструментов являются: нотации процессного моделирования (BPMN, EPC, UML), методы интеллектуального анализа процессов (Process Mining), инфо-логические модели данных (IDEF0, DFD, ER-диаграммы), системы управления бизнес-процессами (BPM-системы), аналитические инструменты и ИИ, платформы визуального программирования, системы управления метаданными и интеграционные платформы (API).

Нотации процессного моделирования, такие как BPMN, обеспечивают визуализацию и формализацию этапов процесса стандартизации наукоемкой продукции, позволяя детализировать логику и последовательность действий, определить роли участников процесса. С их помощью можно смоделировать процесс стандартизации на всех этапах ЖЦ, выявить несоответствия.

Интеллектуальный анализ процессов (Process Mining) представляет собой технологию, позволяющую реконструировать фактическое выполнение процессов на основе цифровых данных журналов событий из ИС (например, CRM, ERP). Этот метод позволяет выявлять отклонения от регламентов, оптимизировать временные параметры этапов на основе анализа исторических данных и строить карты процессов «Как есть (as is)» для дальнейшего сравнения с целевыми моделями.

Инфо-логические модели данных, включая IDEF0, DFD и ER-диаграммы, используются для проектирования структуры данных, связанных с бизнес-процессами. IDEF0 фокусируется на функциональных связях между элементами системы, а DFD (Диаграмма потоков данных) — на потоках информации. Эти модели помогают определить источники данных (например, нормативные базы, реферативные базы, шаблоны документов) и установить взаимосвязи между этапами процесса и информационными объектами.

Системы управления бизнес-процессами (BPM-системы) представляют собой платформы для автоматизации и мониторинга бизнес-процессов. Они интегрируют функции моделирования, исполнения и мониторинга, позволяя автоматизировать рутинные задачи, такие как назначение ответственных и уведомления о сроках, а также интегрироваться с системами документооборота для обеспечения контроля версий и аудита изменений.

Инструменты анализа данных и ИИ, используются для прогнозирования, оценки качества и оптимизации бизнес-процессов. С их помощью можно прогнозировать сроки выполнения этапов ЖЦ процесса стандартизации на основе исторических данных с использованием методов МО или контролировать качество текстов с помощью технологий обработки естественного языка (NLP), проверяя их соответствие требованиям нормативных документов.

Платформы визуального программирования представляют собой решения для работы с данными с минимальными пороговыми требованиями к программированию.

Системы управления метаданными обеспечивают стандартизацию и контроль структуры данных. Они используются для создания единого репозитория стандартов, управления версиями, классификации документов и отслеживания происхождения данных, включая информацию о том, кто и когда вносил изменения.

Интеграционные платформы, такие как API, обеспечивают взаимодействие между ИС (CRM, ECM, ERP). Они позволяют автоматизировать импорт актуальных нормативных требований или синхронизировать данные между BPM-системой и системами документооборота. Данные инструменты классифицированы в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Классификация инструментов работы с данными для моделирования процесса стандартизации наукоемкой продукции

Категория инструментов	Описание	Применение
1. Процессное моделирование	Визуализация этапов процесса через нотации (BPMN, EPC, UML).	— Моделирование этапов стандартизации. — Выявление несоответствий
2. Интеллектуальный анализ процессов	Анализ данных журналов событий для моделирования реальных процессов.	— Выявление отклонений от регламентов. — Оптимизация времени выполнения этапов.
3. Инфо-логическая модель данных	Проектирование структуры данных (IDEF0, DFD, ER-диаграммы).	— Определение источников данных (нормативные базы, шаблоны). — Построение связей между этапами и документами.
4. BPM-системы	Автоматизация и управление процессами (моделирование, исполнение, контроль).	— Автоматизация рутинных задач (назначение ответственных, уведомления). — Интеграция с системами документооборота.
5. Инструменты аналитики и ИИ	Прогнозирование и анализ данных через MO, NLP.	— Прогнозирование сроков разработки. — Научно-техническая экспертиза.
6. Платформы	Управление данными без	— Разработка баз данных.

Категория инструментов	Описание	Применение
визуального программирования	программирования	
7. Системы управления метаданными	Стандартизация и контроль структуры данных.	— Создание репозитория документов с маркировкой. — Отслеживание происхождения данных.
8. Интеграционные платформы	Связь между системами (API, ETL).	— Получение нормативных требований. — Синхронизация данных между BPM и ЕСМ.

Рекомендуется использовать BPMN-моделирование и платформы визуального программирования для быстрого прототипирования. Для более глубокого анализа процессов можно интегрировать методы интеллектуального анализа процесса и инструменты ИИ. Для обеспечения интеграции рекомендуется использовать API-платформы и BPM-системы с поддержкой интеграции с ЕСМ-системами. При этом интеграция между системами требует обеспечения интероперабельности.

При осуществлении ЦТС данные [81, 94, 95] являются ресурсом. Данные позволяют принимать решения и создают стратегическую ценность. Применения МО и ИИ инструментов на основе обработки цифровых данных, предполагает качественную подготовку и очистку данных, которые впоследствии используются для анализа и в системах поддержки принятия решений. Высококачественные, разнообразные и репрезентативные данные могут привести к созданию более точных и надежных моделей, тогда как данные низкого качества могут привести к созданию недостоверных моделей. В условиях цифровизации интероперабельность обеспечивает возможность взаимодействия различных процессов с применением методов информационного обмена данными, что необходимо для создания ЕИП.

Выводы по главе 1

1. Проведен системный анализ современных научных исследований и определены современные методы и инструменты управления процессом стандартизации.

2. Выявлены современные направления совершенствования организации управления процессом стандартизации, установлена необходимость применения алгоритмов управления процессом стандартизации, основанного на цифровых данных ИС для применения организациями-разработчиками стандартов.

3. Проведен анализ применения инструментов распределенных реестров, обоснование выбора направлений развития цифровых инструментов управления качеством процессом стандартизации, установлена необходимость разработки инфо-логической модели.

4. Проведен анализ современных цифровизированных инструментов обработки больших массивов данных при оценке качества процесса стандартизации, обоснована необходимость разработки инфо-логической модели данных, концептуальной модели процесса стандартизации в целях повышения качества процесса, его результативности и уровня ЦЗ. С учётом этого были сформулированы научные задачи исследования.

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ И ИНФО- ЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССА СТАНДАРТИЗАЦИИ НАУКОЕМКОЙ ПРОДУКЦИИ

2.1. Разработка логико-информационной модели сложного бизнес-процесса стандартизации наукоемкой продукции

Для оценки методов разработки логико-информационной модели сложного бизнес-процесса стандартизации наукоемкой продукции целесообразно применять такие виды ЯМП как IDEF0 и BPMN — нотации для моделирования процессов и их особенности.

Нотация IDEF0 применяется для создания модели процессов верхнего уровня. Данная нотация характеризуется высокой степенью детализации, но при этом её графическая модель объемная, а чтение может быть затруднено при отсутствии специальных навыков. Применение IDEF0 более целесообразно для модели, где процесс представляет собой одну цепочку, без разветвлений.

Нотация BPMN применяется для описания процессов нижнего уровня. Как и простая блок-схема, BPMN отражает алгоритм выполнения процесса. Отображаются события, участники процесса, потоки данных и потоки ресурсов. Преимущество BPMN характеризуется лучшей применимостью для описания именно процесса с множеством вариантов разветвлений, являясь в тоже время понятной для специалистов без специальных навыков.

Таким образом, нотация IDEF0 больше подходит для функционального моделирования и моделирования процессов верхнего уровня, а нотация BPMN — для описания конкретных процессов, что наиболее подходит для моделирования процесса стандартизации наукоемкой продукции, для которого характерны множество вариантов развития на этапах ЖЦ.

Процессы — сложная форма «общения» в организации. Поэтому целесообразно описывать их лингвистически полно, как в большинстве языков, где есть свой синтаксис. Порядок «слов» может быть разным, но должны присутствовать соответствующие синтаксису компоненты. В

некоторых методиках и инструментах работы с BPM [92] один из компонентов может отсутствовать или считаться менее важным, однако субъект всегда является обязательным. При описании процессов необходим акцент на том, кто что делает: ничего не происходит без субъектов [92, 93].

В условиях ЦТС организациям со сложными рабочими процессами требуются инструментальное обеспечение для достоверного отображения, анализа и оптимизации своих процессов. Инструмент BPMN предоставляет так называемые объекты данных для документирования использования данных. Эти объекты данных неструктурированы и не имеют семантики выполнения. Таким образом, не может быть достигнут ни требуемый уровень интеграции данных и задач, ни адекватное представление сложных объектов данных.

Моделям процессов, основанным на данных, в настоящее время уделяется всё больше внимания. Ключевым фактором для выполнения процесса больше не является предопределенный поток управления, а доступность данных.

Модели данных – фундаментальный элемент цифрового моделирования процесса стандартизации (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Структура моделирования процесса стандартизации на основе цифровых данных

Адекватность цифровой модели основывается на двух проверках, которые необходимо проводить при моделировании – валидация и верификация. Валидация – это процесс определения того, что построена правильная модель, в то время как верификация предназначена для того, чтобы увидеть, правильно ли построена модель.

Исследования в области семантического BPM сосредоточены на объединении семантических веб-сервисов с технологией BPM для поддержки гибкой реализации процессов, но с только лишь технической точки зрения на семантику, доступную машине, недостаточно отражая динамические рабочие процессы с различными участниками. Для постепенной разработки детализированных типов и образцов из различных источников данных (структурированных или полуструктурированных данных, а также свободного текста) перспективными являются представления знаний в виде графов знаний. Структура описания ресурсов (RDF) хорошо зарекомендовала себя, но отсутствие атрибутов вершин и ребер, а также уникальных идентификаторов для связей затрудняет применение для поставленной в исследовании цели.

Рассмотрение процесса стандартизации наукоемкой продукции в данном исследовании проведено с точки зрения методологии BPM.

Применение BPM возрастает по мере того, как возрастают потребности в управлении результативностью процесса.

Определено, что при моделировании процесса разработке стандартов необходимо обеспечивать выбор оптимальной последовательности выполнения этапов процесса для достижения цели процесса. Фактически одной из принципиальных задач моделирования процесса является проведение имитационного моделирования с учетом максимально полного набора вариантов и последовательностей выполнения процесса с учетом используемых ресурсов.

Разработана логико-информационная модель сложного бизнес-процесса стандартизации наукоемкой продукции в нотации BPMN (рисунок 2.2).

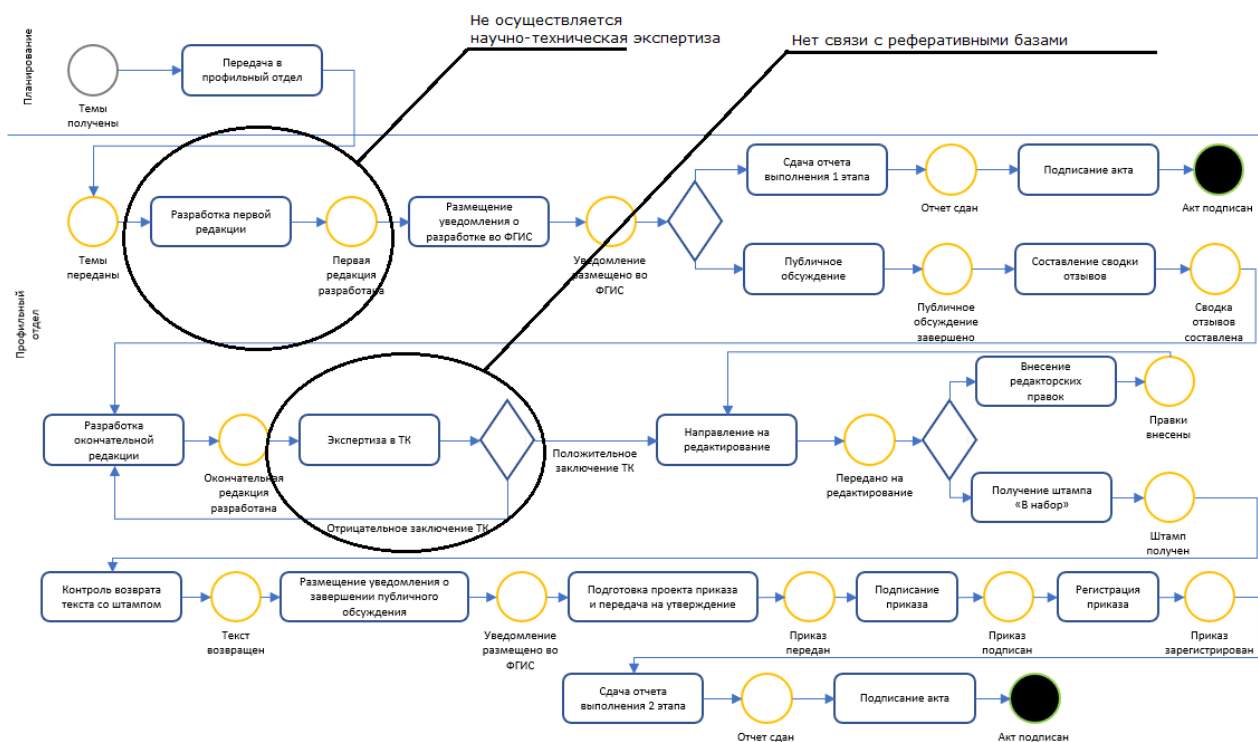


Рисунок 2.2 – Логико-информационная модель сложного бизнес-процесса стандартизации наукоемкой продукции

На модели также отмечены этапы ЖЦ процесса стандартизации наукоемкой продукции, на которых в настоящее время не проводится научно-техническая экспертиза и не выполняется гармонизация с реферативными базами, в том числе по кодам УДК и ОКС, что целесообразно выполнять при разработке наукоемкой продукции. Ежегодное обновление словарей соответствий, синхронизирующее УДК, ОКС и ГРНТИ на основе данных реферативных баз является необходимым условием управления качеством процесса стандартизации наукоёмкой продукции. Это можно осуществить через извлечение признаков из текстовых данных (новых терминов, характерных для наукоёмкой продукции), что позволяет повысить

адаптируемость процесса стандартизации наукоемкой продукции к непрерывному появлению новых понятий и технологий.

2.2. Обоснование выбора критериев качества процесса стандартизации наукоемкой продукции

Разработка стандартов является важной областью, в которой осуществляется множество процессов. Основным из которых является обеспечение максимального соответствия критериев качества процесса требованиям НД при разработке стандартов. Эти критерии разделяются на две основные категории: статические показатели и динамические показатели. Статические показатели применяются к моделям BPMN и позволяют получать значения, связанные со сложностью процесса и взаимосвязью процессов. Динамические показатели относятся к выполнению моделей BPMN и получают их значения из журналов событий.

Управление качеством процессов основывается на применении отдельных статистических методов, как правило, направленных на работу только с единичными критериями качества, оценку их стабильности и точности, выявление и устранение дестабилизирующих факторов [133]. Критерии качества процесса трансформируют субъективные оценки в объективные измеримые данные, что способствует более точному и обоснованному анализу результативности процесса стандартизации, позволяет выявить конкретные проблемы и определить алгоритм для их решения [88].

Критерии позволяют выявить несоответствия в процессах, определить этапы, на которых возникают ошибки, некорректное распределение ресурсов или отклонение от планируемого времени выполнения этапа ЖЦ процесса стандартизации.

Применение инструментов анализа данных обеспечивает обоснованное и объективное принятие управленческих решений.

Существующий метод расчета числа несоответствий на миллион возможных несоответствий (DPMO) позволяет количественно оценить качество процесса и адаптирован под задачи исследования.

Среднеквадратическое отклонение σ применяется к нормально распределенным данным, тогда как DPMO более подходит для данных, которые обычно не распределяются. Таким образом, традиционно предпочтение отдается показателю σ по сравнению с DPMO из-за простоты расчета. Однако распространена неверная интерпретация значения σ по сравнению с DPMO, который считается более объективным [99]. Отсюда, более объективную оценку качества возможно получить обратным преобразованием σ в DPMO.

При этом процесс стандартизации наукоемкой продукции являются менее линейными по сравнению, например, с производственными процессами. В применении DPMO для процесса стандартизации есть специфические особенности:

1. Определение дефекта. В производстве дефект очевиден — брак детали. В процессе стандартизации дефект может быть субъективным. Например, в качестве дефекта определяется отклонение от нормативных сроков, выражаемый через несоответствие.

2. Количество возможностей: В производстве каждая операция — возможность для дефекта. В процессе стандартизации возможностью считается каждый этап процесса.

3. Сбор данных. Для расчёта DPMO нужны достоверные данные о количестве дефектов и общем числе процессов. Для этого нужна система управления данными, создание которой достигается разработкой инфо-логической модели данных и концептуальной модели для процесса стандартизации.

Также стоит учесть, что DPMO это методика, которая больше ориентирована на производственные и цикличные процессы. Для процесса стандартизации наукоемкой продукции его применение ограничено, но если

определить критерии «дефектов», DPMO возможно применять для оценки качества процесса стандартизации. Важно адаптировать метод под специфику и учитывать его ограничения. DPMO можно включить в состав показателей для расчёта результативности.

Применение критериев качества в цифровой модели процесса стандартизации позволяет создать механизм управления процессом, основанный на цифровых данных. Критерии качества процесса стандартизации определены и сгруппированы в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Критерии качества процесса стандартизации для оценки через методику DPMO

Наименование группы критериев качества	Сущность критерия	Связь с методикой DPMO
Число отклонений от установленных требований	Ошибки в документах.	Каждое выявленное несоответствие соответствует 1 дефекту (ошибке, несоответствию)
Степень выполнения установленного срока	Сроки завершения этапов процесса в сравнении с нормативными требованиями.	Превышение установленного срока соответствует 1 дефекту
Степень достаточности кадрового потенциала для проведения работ по стандартизации в организации	Соответствие специалиста, требованиям профессионального стандарта 40.248 «Специалист по стандартизации»	Несоответствие трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт повышает вероятность возникновения дефектов

Таким образом, критерии качества целесообразно применять при трансформации процесса стандартизации наукоемкой продукции в управляемую систему, где каждое действие может быть измерено, проанализировано и скорректировано. Для работы с критериями используются различные инструменты, такие как системы для сбора данных, интеллектуальный анализ процессов для анализа отклонений, BI-платформы для визуализации данных и цифровые модели для имитационного моделирования.

Если процесс стандартизации не даёт результата, соответствующего установленным нормативным значениям, это означает наличие

несоответствия. Логическая схема повышения качества процесса представлена в исследовании [97].

В дополнение к представленным выше критериям целесообразно использовать относительные показатели. Наиболее точными являются безразмерные и комплексные показатели, например, 3 сигм. Оценка качества процесса сопряжена с проведением мониторинга. Внедрение ориентированного на процесс мониторинга требует согласования и балансировки критериев процесса [88]. На основании теории Шухарта корректно спроектированные процессы содержат определенную вариабельность в критериях оценки качества. Поэтому необходимо акцентировать расчеты на одном критерии качества, поскольку расчеты по нескольким критериям качества для определения отклонений может приводить к существенной погрешности в результатах и ошибкам расчетов. Это связано с тем, что одни критерии качества могут иметь больший удельный вес, чем другие.

Одним из самых весомых критериев качества процесса является степень выполнения запланированного срока (время, своевременность). Поэтому своевременность следует учитывать как критерий для обеспечения управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции. Для оценки качества и управления результативностью процесса стандартизации необходимо собирать данные о процессе и сравнивать их с референсными данными нормативных требований. Целесообразно разработать показатель, который может измерять соответствие времени выполнения процесса стандартизации нормативным требованиям. Показатель, который позволяет сравнивать запланированные сроки с фактическими для определения наличия и величины отклонения времени от нормативных требований приведен в работе [47]. Для этого разработан показатель отклонения для процесса стандартизации, основанный на методике «три сигм», которая является распространенным инструментом управления результативностью [98].

Таким образом, разработан показатель оценки качества процесса на основе показателя отклонения времени выполнения процесса стандартизации (ETD) путем объединения концепции DPMO и σ , чтобы минимизировать некорректную интерпретацию показателей σ .

В ходе разработки в ETD были учтено время ожидания, специфичное для процесса стандартизации [37]. Составляющие ETD перечислены ниже:

- времена ожидания на единицу (HPU);
- время ожидания в процессе стандартизации (HPDP);
- время ожидания на миллион процессов стандартизации (HPMDP);
- время ожидания (несоблюдение запланированных сроков).

После вычисления HPMDP для получения значений ETD используется колоколообразная кривая (нормальное распределение). Показатель ETD представляет собой конкретное значение, отражающее результативность процесса стандартизации в отношении соблюдения нормативных сроков.

Также необходимо определить:

- граничные условия допустимых сроков разработки стандарта для конкретного объекта стандартизации. На основе этого возможно рассчитать средний запланированный период для выполнения процесса стандартизации сложного объекта стандартизации.

- фактическая средняя продолжительность процесса для всех объектов стандартизации в течение определенного периода.

Далее на основании графика определяется значение ETD.

Также с учетом правила 3σ разработана таблица, позволяющая провести ранжирование результативности процесса стандартизации (Таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Ранжирование качества процесса стандартизации

Значение показателя ETD (σ)	Соответствие установленному времени выполнения процесса
от 0 σ до 0,1 σ	Избыточное время ожидания (не соответствует требованиям)
от 0,1 σ до 0,5 σ	Предельно высокое время ожидания (не соответствует требованиям)
от 0,6 σ до 1,0 σ	Высокое время ожидания (соответствует требованиям)

Значение показателя ETD (σ)	Соответствие установленному времени выполнения процесса
от 1,1 σ до 1,5 σ	Среднее время ожидания (соответствует требованиям)
от 1,6 σ до 2,0 σ	Нормативное время ожидания (соответствует требованиям)
от 2,1 σ до 2,5 σ	Низкое время ожидания (соответствует требованиям)
от 2,6 σ до 3,0 σ	Предельно низкое время ожидания (соответствует требованиям)

При этом для оценки процесса необходимо округлять ETD до ближайшего десятичного знака. На основе этой таблицы возможно определять критерии времени для процесса стандартизации в днях и соотносить их с эквивалентным показателем ETD для определения соответствия времени выполнения нормативным требованиям.

Таким образом определены критерии и требования к качеству цифровых моделей, применимым к процессу стандартизации [4, 113].

Представлена структурная схема качества модели процесса, содержащая основные компоненты (рисунок 2.3)

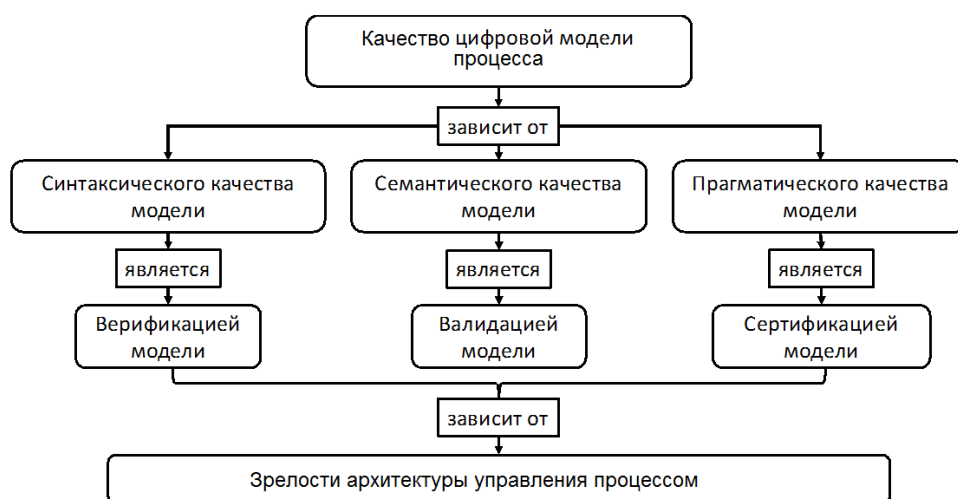


Рисунок 2.3 – Основные компоненты качества цифровой модели процесса

Сформулированы требования к цифровым моделям процессов.

Определены основные составляющие качества модели – синтаксическое, семантическое, прагматическое. К каждому из них разработаны отдельные требования.

Для обеспечения синтаксического качества модели были установлены следующие требования:

1. Необходимо тщательно проверять и контролировать использование символов, высказываний, связей и логических операторов на соответствие словарю и синтаксису используемого ЯМП, а также нотации и методологии моделирования, за счёт чего достигается синтаксическое совершенство.

2. Для проверки синтаксического качества модели следует обязательно проводить процедуру верификации.

Установлены требования для семантического качества модели:

1. Требования к степени адекватности модели относительно реальной архитектуры управления процессом, как для моделей типа «как есть» (разработанным с применением инструменты интеллектуального анализа процессов), так и для моделей типа «как должно быть» (смоделированных с помощью систем моделирования процессов) определяются тремя основными параметрами – полнотой, достаточностью и логической состоятельностью [4].

Семантическая полнота определяется тем, что модель содержит только существенные задачи моделирования процесса, семантические конструкции (символы) и высказывания, которые правильны;

Семантическая достаточность определяется тем, что все используемые конструкции и высказывания правильны и актуальны для построения модели процесса;

Логическая состоятельность определяется отсутствием логических ошибок в моделируемом процессе.

Логическая ошибка — это функциональное несоответствие описания логике процесса с использованием любой системы моделирования процессов (IDEFxx, ARIS, Metasonic, BPMN, Archimate и т.д.) [4]. Выбранная система моделирования может быть внутренним корпоративным ЯМП, установленным для применения внутренними документами организации по стандартизации. Разработана классификация видов логических ошибок. Классифицированы 24 вида логических ошибок, которые в свою очередь разделены на 4 и представлены в работах [102, 103].

2.3. Разработка инфо-логической модели данных для управления качеством процесса стандартизации наукоемкой продукции

При планировании разработки модели процесса стандартизации наукоемкой продукции необходимо обеспечивать взаимосвязь с существующими процессами деятельности в организации-разработчика стандартов, представляющими внешнее окружение процесса стандартизации.

При осуществлении ЦТС одной из значимых составляющих являются качественные цифровые модели процессов, что обеспечивается в том числе и применением качественных данных из ИС.

Качественная цифровая модель процесса стандартизации, объединяющая всю совокупность знаний и опыта, является продуктом, предназначенным для реализации в ИТ-инфраструктуре. Формируется она на основе требований, позволяющих реализовать цифровую модель процесса стандартизации [47].

Моделирование процесса стандартизации наукоемкой продукции возможно за счёт применения инфо-логической модели данных процесса, концептуальной модели и может включать несколько этапов.

Первый этап – создание формализованного представления данных, их взаимосвязей и правил обработки.

Второй этап — интеграция процесса стандартизации в информационную архитектуру организации-разработчика стандарта для обеспечения его согласованности с элементами архитектуры процесса, такими как приложения, данные и инфраструктура. Результат данного этапа заключается в гармонизации процесса стандартизации с информационной архитектурой организации, ЕИП, обеспечении интероперабельности.

Таким образом, инфо-логическая модель строится первой, её создают на предпроектной стадии, а затем уточняют на более поздних стадиях проектирования баз данных.

Применение инфо-логической и концептуальной моделей позволят внедрить в процесс унификацию форматов и процедур, прозрачность

(отслеживание статуса документов в реальном времени), повышение результативности (сокращение времени разработки за счёт автоматизации) и адаптивность (быструю реакцию на изменения в нормативно-правовой среде).

Инфо-логическая модель обеспечивает структурирование входных данных для цифрового моделирования процесса стандартизации, среди которых могут быть сроки выполнения этапов или частота возникновения несоответствий. Также для адаптации процесса стандартизации к наукоемкой продукции целесообразно, что бы инфо-логическая модель учитывала взаимосвязь с информацией о кодах УДК и ОКС. За счёт этого повышается достоверность цифрового моделирования, уровень адекватности цифровой модели процесса, позволяя проводить имитационное моделирование для различных сценариев на основе реальных данных. Например, внедрение ИИ для автоматической проверки соответствия УДК и ОКС реферативным базам ГРНТИ может быть обосновано с использованием структурированных на основе инфо-логической модели данных.

Инфо-логическая модель задаёт структуру данных, что также является основой для применения инструмента интеллектуального анализа процессов, включая форматы данных журнала событий. Это позволяет фиксировать каждый этап процесса стандартизации с определенной маркировкой - метками времени и ответственных лиц, что обеспечивает точность и полноту данных для анализа. Она является основой для дальнейшей интеграции данных в более сложные архитектурные модели. Основные направления повышения качества данных, необходимые в том числе и для развития технологий ИИ представлены в работе [176].

Необходимо структурировать компоненты для аналитики таким образом, чтобы они были взаимосовместимы друг с другом. Учитывая, что процесс стандартизации динамически генерирует данные, то в случае, если отсутствует модель данных и алгоритмы их обработки, за короткий промежуток времени генерируемые процессом данные будут иметь

хаотичную структуру, что приведет к огромным временным затратам на обработку этих данных и в результате – снижению результативности процесса.

Для построения структуры и стандартизации данных был создан набор таблиц с данными. Были использованы два вида таблиц данных – таблицы фактов и таблицы-справочники, что соответствует модели данных «звезда».

Выбор модели данных «звезда» для данных процесса стандартизации наукоемкой продукции обосновывается её преимуществами перед другими моделями (например, «снежинкой» или реляционными схемами в 3NF) в определённых сценариях, особенно в хранилищах данных и аналитических системах:

- схема «звезда» имеет простую структуру: одна центральная таблица фактов, связанная с несколькими справочными таблицами.
- интуитивно понятная для аналитиков и пользователей, не обладающих специальными навыками.
- в отличие от «снежинки»), где измерения нормализованы, «звезда» минимизирует количество операций горизонтального соединения данных.
- запросы в «звезде» выполняются быстрее.
- данные в измерениях денормализованы, что ускоряет фильтрацию и агрегацию.
- оптимизирована для аналитической обработки (OLAP), а не для оперативной обработки (OLTP).
- инструменты BI лучше работают со «звездой», так как легко определяют связи между таблицами и позволяют строить агрегации и срезы без сложных запросов.

Модель «звезда» применима в случаях, когда нужна высокая скорость аналитических запросов, данные в основном читаются, а не изменяются и важна простота для BI, что соответствует решаемым в исследовании задачам. Для других задач (например, транзакционные системы) лучше подходят нормализованные реляционные модели или «снежинка».

Разработка инфо-логической модели данных состояла из 3 этапов:

1) Трансформация: загрузка данных, устранение ошибок, создание вычисляемых полей.

2) Финализация: систематизация в получившихся аналитических таблицах. Нейминг полей, создание полей критериев, сохранение аналитических таблиц в хранилище для дальнейшего переиспользования.

3) Моделирование данных: сбор модели из набора аналитических таблиц.

В результате была разработана инфо-логическая модель данных, позволяющая устанавливать взаимосвязь между данными, получаемыми на этапах стандартизации (рисунок 2.4).

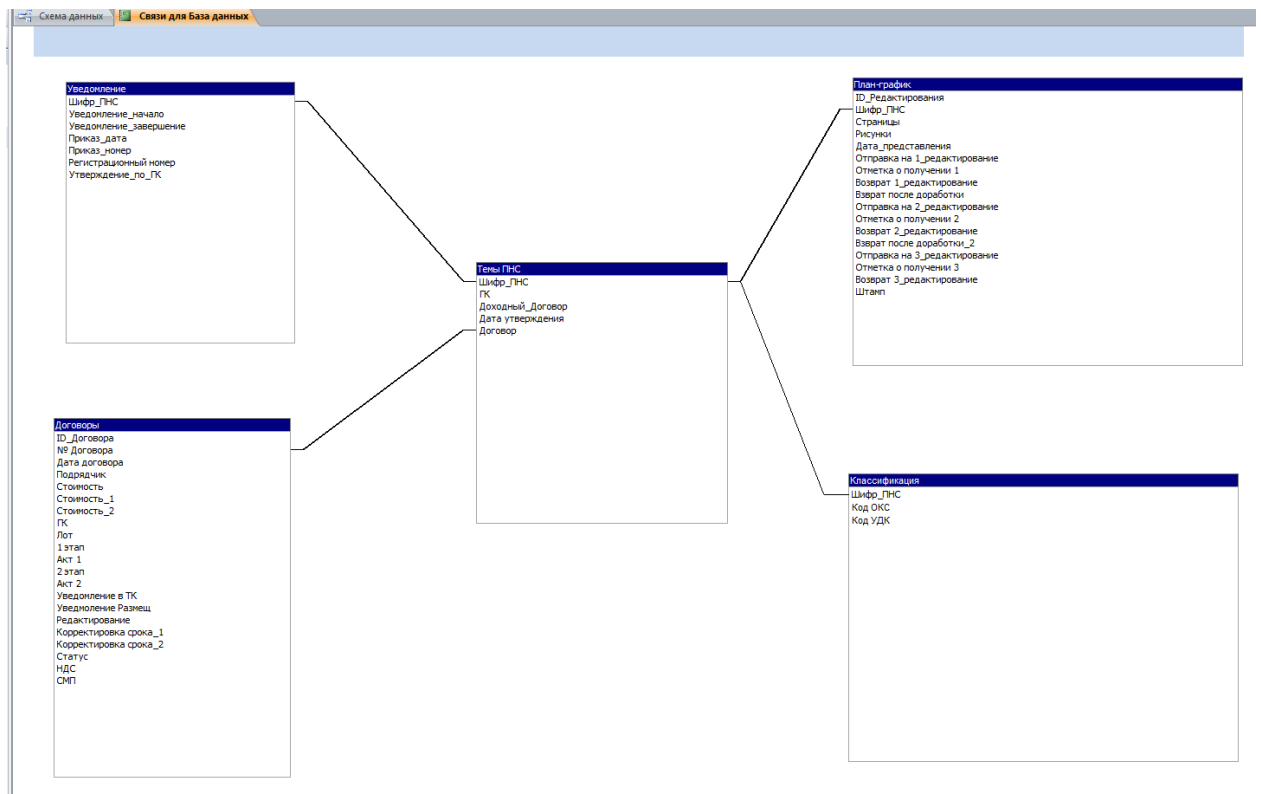


Рисунок 2.4 – Инфо-логическая модель процесса стандартизации наукоёмкой продукции

Структура инфо-логической модели:

- таблица "Темы ПНС" (Шифр_ПНС, ГК, Доходный_Договор, Дата утверждения, Договор).

- таблица "Уведомление" (Шифр_ПНС, Уведомление, Уведомление_завершение, Приказ_дата, Приказ_номер, Регистрационный номер, Утверждение_по_ГК).

- таблица "План-график" (ID_Редактирования, Шифр_ПНС, Страницы, Рисунки, Дата_представления, Отправка на 1_редактирование, Отметка о получении 1, Возврат 1_редактирование, Возврат после доработки, Отправка на 2_редактирование, Отметка о получении 2, Возврат 2_редактирование, Возврат после доработки_2, Отправка на 3_редактирование, Отметка о получении 3, Возврат 3_редактирование, Штамп).

- таблица "Договоры" (ID_Договора, № Договора, Дата договора, Подрядчик, Стоимость, Стоимость_1, Стоимость_2, ГК, Лот, 1 этап, Акт 1, 2 этап, Акт 2, Уведомление в ТК, Уведомление Размещ, Редактирование, Корректировка, Корректировка срока_2, Статус, НДС, СМП).

- таблица "Классификация" (Шифр_ПНС, Код_ОКС, Код_УДК)

- связь между таблицами по полю Шифр_ПНС и Договор.

На основании установленных принципов работы с данными и построенной инфо-логической модели данных становится возможным применение инструмента интеллектуального анализа процессов.

2.4. Концептуальная модель цифровой зрелости организации-разработчика стандартов наукоемкой продукции

Представим разработанную инфо-логическую модель как составную часть архитектуры данных, которую целесообразно включить в состав концептуальной модели для реализации возможности сбора данных из различных источников внутри наукоемкого предприятия и использования одних и тех же данных в различных ИС предприятия, что позволит осуществлять выполнение процесса стандартизации наукоемкой продукции более результативно.

Концептуальная модель интегрирует процесс стандартизации в общую архитектуру предприятия, обеспечивая его согласованность с другими бизнес-процессами, сопутствующими процессу стандартизации (например,

такими как процессы планово-экономического направления или управление рисками). Это достигается за счёт определения взаимодействия данных процесса с другими ИС, что позволяет обеспечить синхронизацию данных в реальном времени. Таким образом, концептуальная модель направлена на создание основы для формирования целостной информационной архитектуры наукоемкой организации и внедрения ЕИП.

Взаимоувязка процесса стандартизации с другими бизнес-процессами организации через концептуальную модель позволяет анализировать их влияние друг на друга. Например, инструмент интеллектуального анализа данных может использоваться для выявления отклонений от нормативных требований при согласовании стандарта и их влияния на выполнение проектов. Данные, полученные в результате интеллектуального анализа процесса, могут интегрироваться с BI-системами для визуализации и принятия управленческих решений.

Структура концептуальной модели в рамках концепции NIST EAM включает бизнес-архитектуру (определение ролей, этапов процесса и ключевых показателей эффективности, таких как время разработки документа), информационную архитектуру (моделирование потоков данных на основе инфо-логической модели), прикладную архитектуру (выбор необходимого программного обеспечения, включая СЭД, BPM-системы и инструменты ИИ для анализа текстов) и технологическую архитектуру (определение технической инфраструктуры, включая облачные хранилища и API для интеграции).

Концептуальная модель, представленная в этом разделе, является основой для управления качеством процесса стандартизации наукоемкой продукции. Концептуальная модель интегрирует процесс в общую информационную архитектуру предприятия. Усовершенствованная концептуальная модель охватывает шесть ключевых элементов: архитектуру целей, архитектуру процесса, архитектуру ЕИП, архитектуру приложений, архитектуру данных и архитектуру ИКС (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Элементы концептуальной модели

Элемент архитектуры	Описание	Основные свойства	Связь с элементами модели архитектуры предприятия
Цели	Определяет стратегические цели организации и их связь с процессами, данными и ИТ-инфраструктурой.	- Иерархия целей (стратегические → тактические → операционные). - Метрики и КПЭ. - Интеграция с бизнес-процессами. - Использование методологий (цели и ключевые результаты, сбалансированная система показателей).	Бизнес-архитектура
Процессы	Описывает бизнес-процессы, их этапы, участников и взаимодействие с данными.	- Классификация процессов (основные, вспомогательные, управленческие). - Моделирование (BPMN, IDEF0). - Анализ эффективности (время, ресурсы, риски).	Бизнес-архитектура → Информационная архитектура
ЕИП	Обеспечивает согласованность, доступность и интеграцию данных между системами.	- Централизованные хранилища (Озеро данных, Хранилище данных). - Стандарты данных (форматы, метаданные). - Интеграционные решения.	Все элементы, но акцент на: - Информационная архитектура. - Архитектура данных.
Приложения	Определяет набор приложений, их функции и взаимодействие.	- Классификация приложений (бизнес, сервисные, интеграционные). - Моделирование интерфейсов. - Анализ избыточности и безопасности.	Архитектура информационных систем.
Данные	Управляет структурой, хранением и стандартами данных.	- Модели данных (реляционные, NoSQL). - Стандарты именования и шифрования. - Мастер-данные. - Политики резервного копирования.	Архитектура данных
ИКС	Обеспечивает передачу данных через сети, приложения и инфраструктуру.	- Сетевая топология. - Протоколы передачи данных. - ИБ. - Сетевые инструменты.	Архитектура ИС + Системы доставки данных

Модель отображает логические взаимосвязи между основными элементами архитектуры процесса стандартизации, что позволяет разработать алгоритм оценки результативности. Одной из принципиальных

задач моделирования является обеспечение возможности проведения имитационного моделирования процесса с учетом максимально полного набора сценариев и используемых ресурсов.

В концептуальной модели каждый элемент архитектуры связан с целеполаганием, основанным на соответствии внешних регламентов, где интегрирующим звеном является сквозной процесс, который объединяет в себе ресурсы системы и построен с учетом внешней информационной инфраструктуры.

Процесс стандартизации наукоемкой продукции существует в пространстве нормативно-правовых отношений. Возникающие в этом пространстве требования и обязательства должны быть отражены в архитектуре процесса, что формирует архитектуру целей. Она в свою очередь определяет архитектуру процесса, состоящую из совокупности логически взаимосвязанных процессов, потоков работ и соответствующих данных, определяя при этом критерии качества процесса. Для поддержания устойчивого функционирования и развития архитектура процесса должна информационно структурироваться, что означает определение источников допустимой информации, прав и порядка доступа к ним, определения информационных угроз и методов защиты/противодействия, определения и задания оптимальных регламентов взаимодействия участников процесса и ИС. Таким образом, архитектура процесса требует для своей реализации интеграции в ЕИП, которое становится ее информационной структурой. Требуется учитывать совместимость форматов данных и возможность миграции данных из одних приложений в другие. Кроме того, требования к приложениям могут содержать эргономические аспекты, касающиеся как отдельного специального функционирования, так и коллективного пользования.

На основе концептуальной модели формируется характерная архитектура деятельности, в которой участвуют различные сочетания

подсистем, являющихся самостоятельными или взаимозависимыми процессами.

С учетом вышеизложенного разработана концептуальная модель архитектуры деятельности участника работ по стандартизации (рисунок 2.5).

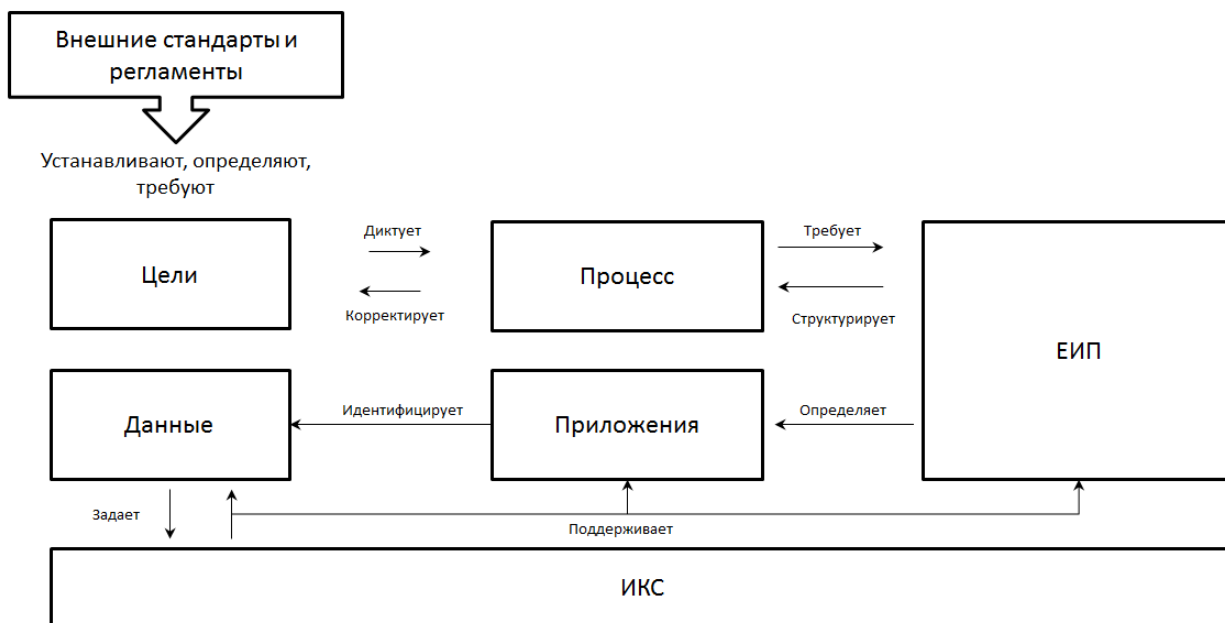


Рисунок 2.5 – Концептуальная модель архитектуры процесса стандартизации наукоемкой продукции

Концептуальная модель позволяет оценить уровень автоматизации, интеграции и адаптивности процессов, а также выявить области для улучшений. Установлено, что уровень интеграции с существующей ИС, определённый в рамках концептуальной модели, становится показателем для оценки ЦЗ организации-разработчика стандарта.

2.5. Разработка алгоритма расчета критериев качества процесса стандартизации наукоемкой продукции

Для количественной оценки критериев качества процесса стандартизации разработан алгоритм, который включает в себя методы сбора и обработки данных, а также инструменты для анализа и интерпретации результатов. Это позволяет объективно оценить качество и результативность процесса и выявить области для улучшения (рис. 2.6)

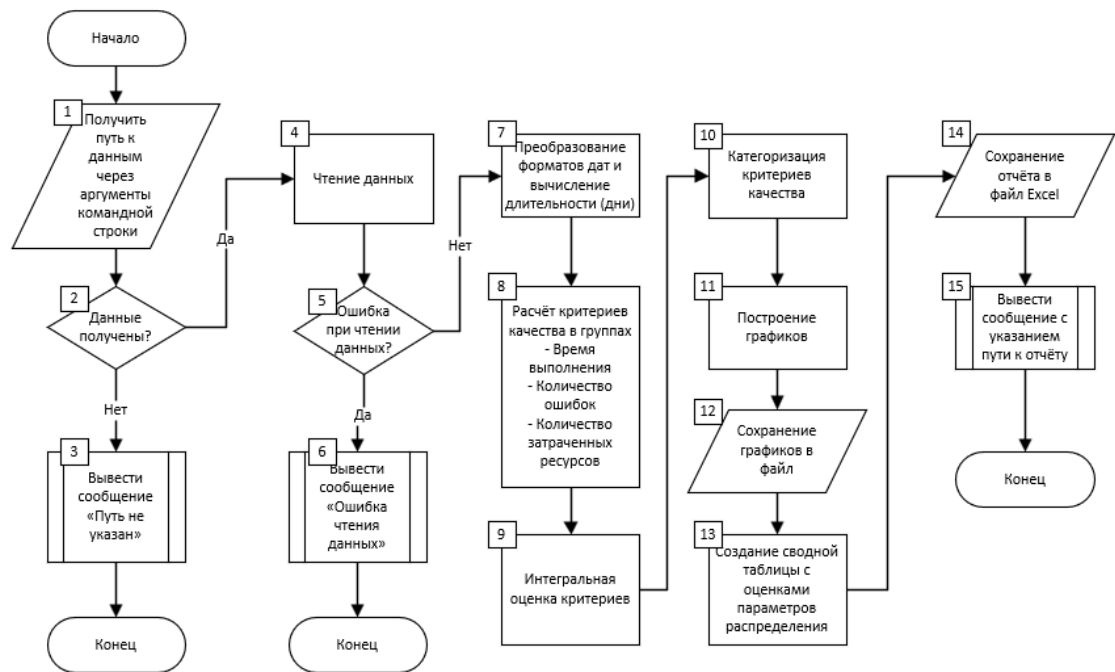


Рисунок 2.6 – Алгоритм расчета критериев качества процесса стандартизации наукоемкой продукции

Алгоритм оценки критериев качества представляет собой формализованную систему критериев, а также методы их количественного измерения. Критерии выступают в качестве ключевых элементов для создания информационно-логической модели, обеспечивая структурированность и целостность. Система критериев обеспечивает функциональность информационно-логической модели, и позволяет осуществлять контроль и оценку процесса стандартизации наукоемкой продукции. Критерии являются фундаментальной основой для создания информационно-логических моделей, позволяя осуществлять мониторинг и оптимизацию их функционирования.

Для организации информационной логики управления качеством процесса стандартизации целесообразно разработать алгоритм инфо-логического моделирования управления качеством процесса стандартизации наукоемкой продукции. Его цель заключается в создании структурированного представления о том, какая информация необходима, где она создается, как обрабатывается, преобразуется и используется для принятия решений по качеству на основе заранее определенных критериев.

Такой алгоритм позволит перейти от интуитивного или формального управления качеством процесса стандартизации наукоемкой продукции к основанному на данных и однозначно определенных правилах системному управлению, а также повысит уровень ЦЗ, что в итоге повысит результативность процесса стандартизации наукоемкой продукции.

Разработанный алгоритм инфо-логического моделирования в совокупности с алгоритмом оценки критериев качества создает систему, способную выявлять несоответствия в процессе стандартизации на ранних этапах, автоматизировать рутинные задачи оценки качества, обеспечивать доказательную базу для выявления потенциала совершенствования или применения корректирующих действий для процесса стандартизации наукоемкой продукции.

Дополнительно целесообразно алгоритм инфо-логического моделирования управления качеством процесса применять совместно с алгоритмом управления результативностью, дополненным методикой интеллектуального анализа процессов, что позволяет проводить диагностику смоделированного процесса с последующим совершенствованием алгоритма.

2.6. Разработка алгоритма оценки уровней цифровой зрелости организации-разработчика стандартов разной сложности наукоемкой продукции

Оценка ЦЗ позволяет выявить существующий уровень внедрения ИТ в процессе стандартизации, определить факторы, препятствующие созданию ЕИП. На основе результатов оценки уровня ЦЗ определяются приоритетные направления для совершенствования, включая внедрение API для автоматического обмена данными и обеспечения их интероперабельности. Это позволяет поэтапно двигаться к достижению высоких уровней ЦЗ и интеграции всех ИС наукоемкой организации.

Критерии оценки уровня ЦЗ включают автоматизацию (доля автоматизированных операций, таких как электронное согласование, по сравнению с ручными), интеграцию (уровень интеграции с другими ИС),

аналитику (использование данных для прогнозирования, выявления проблем и принятия решений) и гибкость (способность процесса адаптироваться к изменениям требований нормативно-правовой среды). Метод оценки основан на балльной системе, где 1 балл условно соответствует полностью ручному процессу, а 5 баллов — условно полностью автоматизированному и адаптивному процессу на базе ИИ.

Для оценки процесса стандартизации наукоемкой продукции целесообразно применить существующую методологию приоритизации работ по стандартизации на основе сложности объектов стандартизации [153]. Объекты стандартизации (кластеры) варьируется от простых (например, легкая промышленность) до наукоёмких (например, космическая техника и нанотехнологии), образуя 10 уровней сложности. Чем выше кластер (6–10), тем сложнее и более наукоёмки объекты стандартизации (нанотехнологии, авиастроение, космическая техника). Для их эффективной стандартизации требуются высокие уровни ЦЗ (4–5): использование ИИ, компьютерного моделирования, цифровых двойников, прогнозной аналитики, автоматизация управления данными и процессами, роботизация.

По данным исследования [153] анализа 2011–2023 годов, сложность объектов стандартизации 1–5 (низкая и средняя сложность) доминируют в разработке стандартов и их можно отнести к уровням 2–3 ЦЗ (частичная автоматизация). Сложность объектов стандартизации 6–10 (высокая сложность) требуют ЦЗ 4–5, которые пока не достигнуты большинством предприятий, и при этом для них разрабатывается малое количество стандартов наукоемкой продукции, что не способствует переходу на более высокие уровни ЦЗ. При этом сложность разработки самих стандартов с областями применения, относящихся к определенным объектам сложности, требует более высокого уровня ЦЗ для результативного управления разработкой и внедрения стандартов.

Таким образом, установлена взаимосвязь между уровнями ЦЗ и уровнями сложности объектов стандартизации. Более сложные объекты

стандартизации (6-10) требуют более высоких уровней ЦЗ (4-5) для управления процессом стандартизации.

Определена взаимосвязь между уровнем ЦЗ и сложностью объектов стандартизации (Таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Взаимосвязь уровней ЦЗ и сложности объектов стандартизации

Кластер сложности	Уровень ЦЗ	Ключевые технологии/методы	Примеры отраслей/продукции	Современное состояние (2011–2023)
1–5 (Низкая и средняя сложность)	Уровень 2–3 (Частичная автоматизация)	- Локальная автоматизация - ERP/MES-системы - Ручной сбор КПО	Легкая промышленность, сельское хозяйство, металлургия, автомобилестроение	Доминирование стандартов (80% работ), соответствие базовым требованиям.
6–10 (Высокая сложность)	Уровень 4–5 (Интеллектуальная оптимизация)	- ИИ, цифровые модели - Роботизация, IoT - Прогнозная аналитика (Big Data, ML)	Нанотехнологии, авиастроение, робототехника, космическая техника	Дефицит стандартов (20% работ), низкая ЦЗ организаций-разработчиков стандартов.

Определены граничные условия зависимости уровней ЦЗ и сложности объектов стандартизации

Определим событие как достижение определённого уровня ЦЗ (M) в зависимости от сложности объекта стандартизации (K). Вероятность $P(M \geq m | K)$ означает вероятность того, что уровень ЦЗ будет не ниже m при данном K . Например, для уровня ЦЗ 4 ($M=4$), логистическая функция показывает, как вероятность достижения этого уровня изменяется с ростом уровня кластера. Пороговое значение $\beta_m=6$ означает, что начиная с кластера 6, вероятность резко возрастает. То есть, для более сложных объектов стандартизации требуется более высокий уровень ЦЗ.

Эта вероятность помогает понять, насколько вероятно организации достичь целевого уровня ЦЗ при работе с определённым уровнем объектом сложности. Это важно для планирования внедрения технологий и ресурсов.

Если вероятность низкая, это свидетельствует о необходимости проведения цифровой трансформации или пересмотра методик стандартизации.

Важно подчеркнуть практическое применение: предприятия могут использовать эту модель для оценки своих возможностей перехода к более сложным кластерам и планирования стратегии цифровой трансформации.

Уровень ЦЗ ($M = 1, 2, 3, 4, 5$) можно представить как вероятность перехода между уровнями в зависимости от кластера:

$$P(M \geq m|K) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha(K-\beta_m)}}, \quad (2.1)$$

где:

- α — коэффициент чувствительности к кластеру,
- β_m — пороговое значение кластера для уровня m .

Например, для $M = 4; \beta_4 = 6$ (переход к уровню 4 начинается с кластера 6), для $M = 5; \beta_5 = 8$ (переход к уровню 5 — с кластера 8).

Вероятность P в логистической регрессии описывает вероятность того, что уровень ЦЗ предприятия M будет не ниже заданного значения m при работе с объектами стандартизации, относящимися к кластеру K .

Чем выше K , тем выше требования к внедрению технологиям и автоматизации. Например, для $K=8$ вероятность $P(M \geq 5)$ показывает, насколько организация готова к внедрению ИИ и роботизации (уровень ЦЗ 5).

Вероятность P резко возрастает около пороговых значений β_m . Например, при $\beta_4 = 6$: Начиная с кластера 6, вероятность достичь уровня $M=4$ становится более высокой. При $\beta_5 = 8$: Начиная с кластера 8, растет вероятность достичь уровня $M=5$.

Проведем расчёт P для кластера $K=7$, которым можно охарактеризовать наукоёмкие организации:

$$P(M \geq 4 | K = 7) = \frac{1}{1 + e^{-0.9 \cdot (7-6)}} \approx 0.71, \quad (2.2)$$

Результаты расчёта свидетельствуют, что 71% наукоёмких организаций, работающих с кластером 7, способны достичь уровня ЦЗ 4.

Эмпирические данные показывают, что переход между уровнями ЦЗ происходит скачкообразно при достижении определенных кластеров (рис. 2.7).

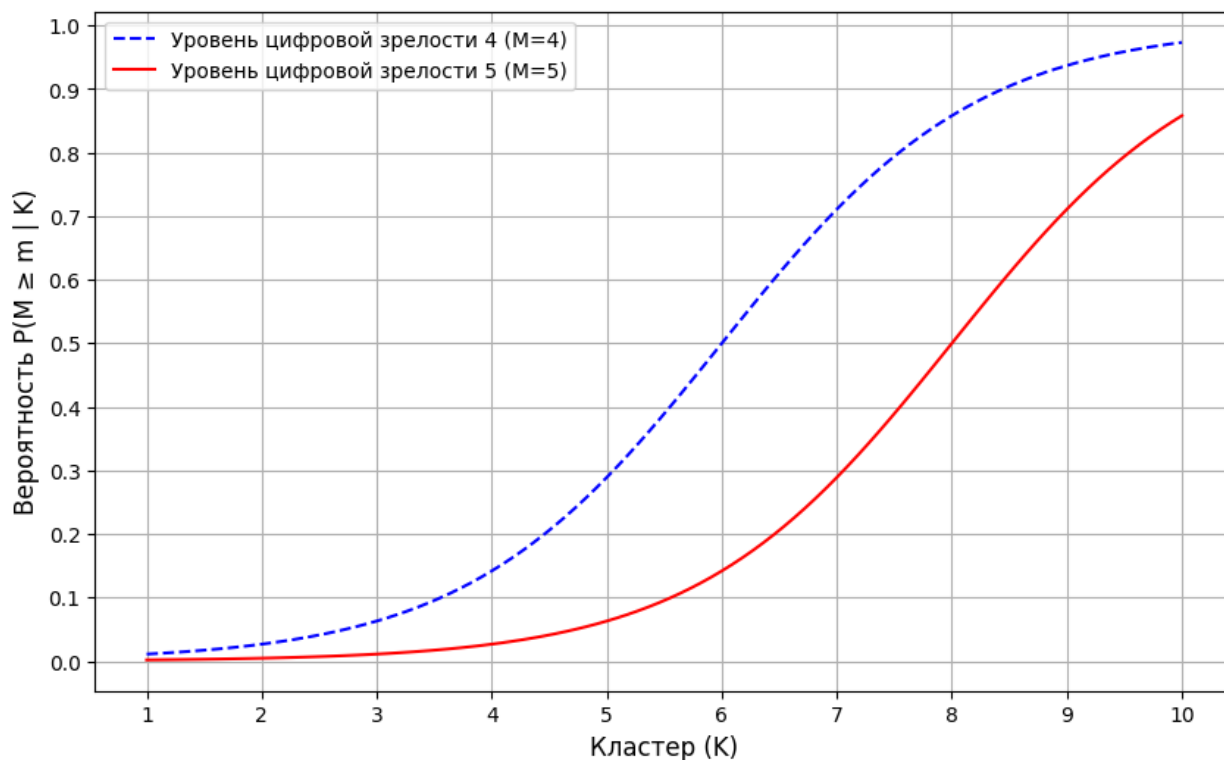


Рисунок 2.7 – Логистическая регрессия зависимости ЦЗ от сложности объекта стандартизации

Математический расчёт позволяет формализовать стратегию цифровой трансформации: чем выше кластер, тем критичнее внедрение инновационных технологий.

Вероятность $P(M \geq m | K)$ количественно оценивает связь между сложностью стандартизируемых объектов (кластеры) и требованиями к уровню ЦЗ. Это позволяет прогнозировать необходимость внедрения технологий, выявлять потенциал оптимизации для достижения области высокотехнологичных кластеров, формировать планы реализации ЦТС.

График логистической модели наглядно показывает, на каком уровне кластера требуется повышение уровня ЦЗ, чтобы соответствовать вызовам кластеров, соответствующих наукоёмкой области.

Если предприятие имеет низкий уровень ЦЗ (например, уровень 1-2), оно, скорее всего, использует базовую автоматизацию и ручные методы. Это может ограничивать возможность разработки сложных физико-математических моделей, так как такие модели требуют продвинутых вычислительных ресурсов, специализированного ПО и интеграции данных из разных источников.

В итоге, влияние уровня ЦЗ и соответствия кластеру на возможность стандартизации с физико-математическими моделями можно представить как комбинацию технологической готовности и соответствия требованиям сложности материалов. Необходимо обеспечить синхронное развитие обоих аспектов для успешной стандартизации в области физико-математического(механического) моделирования (таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Взаимосвязь между наукоемкими объектами стандартизации, уровнями ЦЗ и кластерами сложности

Объект стандартизации	Уровень ЦЗ	Сложность объект стандартизации	Обоснование
Цифровые модели	4	6–10	Использование валидированных программных комплексов для моделирования структурно-неоднородных материалов. Требуется интеграция данных и частичной автоматизации.
Виртуальные испытательные стенды	4–5	7–10	Автоматизация симуляций с учётом случайных параметров. Для кластеров 8–10 требуется ИИ для анализа данных.
ИИ для анализа данных и оптимизации в средствах измерений	5	7–10	Объединяет прогнозирование свойств материалов и оптимизацию. Включает машинное обучение для обработки больших данных, адаптацию моделей и контроль качества.

Разработанный показатель ETD обеспечивает метод расчета показателя ожидания, который имеет прямую зависимость с качеством процесса стандартизации. Таким образом, ETD учитывает критерии качества, включая уровень ЦЗ, которые возможно применять для управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции. Это

устраняет недостатки в существующих критериях оценки результативности и повышает точность системы измерения.

Установлены требования для прагматического качества модели процесса: Степень детализации при моделировании реального процесса и его внутренних свойств, функциональности зависят от ЦЗ организации-разработчика стандарта (табл. 2.6).

Таблица 2.6 – Характеристики уровней ЦЗ

Уровень ЦЗ	Характеристики уровня
Уровень 1	Частичная автоматизация. Проведение автоматизации наиболее проблемных/затратных функций процесса, при использовании пирамидально-функционального подхода в управлении. Процессы частично описаны и регламентированы, в основе — административно-командное управление
Уровень 2	Автоматизация отдельных процессов производится без учета процессной архитектуры деятельности предприятия, регламентация не учитывает ключевые показатели эффективности, которые, если собираются, то в ручном режиме
Уровень 3	Сквозная автоматизация. Определение/задание ресурсов (человеческих, информационных, технических, пространственных) происходит на основании анализа процессных требований и целостной процессной архитектуры, полуавтоматического/автоматического сбора показателей эффективности, мониторинга процессов в контрольных точках. Процессы управления документированы, имеют четкие границы и регламенты взаимодействия. Автоматизированный учет требований стандартов при проектировании и учет требований рынка к результатам деятельности
Уровень 4	Сквозная автоматизация с элементами частичной роботизации и элементами искусственного интеллекта, решение задач оптимального распределения ресурсов предприятия и оптимизации процессного управления. Оперативное отслеживание изменений внешней среды с реактивным внесением изменений в процессное управление. Подготовка и внедрение «цифровых двойников» изделий/продукции для сокращения расходов на проектирование и натурные испытания, интеграция требований стандартов к результатам/продукции в реальном времени как в процессе проектирования, так и при производстве
Уровень 5	Максимально возможная роботизация производства (смарт-производство). Преобладание роботизированных операций, широкое применение искусственного интеллекта, человек участвует в цепочке принятия стратегических решений. Интеграция со стандартами уровня 4 (смарт-стандартами). Проактивное управление изменениями на основании ситуационно-имитационного моделирования

Оценка цифровой ЦЗ является важным этапом для определения стратегии развития ЦТС [47, 104, 105, 106, 107, 108, 109]. Установлено в том числе, что вопросы применения управления ресурсами в этих работах не затрагивались. Это не позволяет использовать типовые виды по [138] и

усложняет применение согласованной структуры, содержания и форматов для информационных элементов концептуальной модели (архитектуру целей, архитектуру процесса, архитектуру ЕИП, архитектуру приложений, архитектуру данных и архитектуру ИКС) для обеспечения удобства использования.

Для обеспечения применения ИТ-инструментов критерии качества должны быть формализованы, включая четкие метрики для оценки данных (полнота, точность, согласованность) и процессов (соблюдение временных рамок, отсутствие тупиковых ветвей). Стандарты, определяющие порядок управления качеством данных, такие как ИСО 8000, должны быть интегрированы в инфо-логическую модель для обеспечения соответствия международным требованиям. Внедрение ETL-инструментов для извлечения, преобразования и загрузки данных из различных источников без ручного вмешательства является ключевым элементом автоматизации. Автоматизация валидации данных на соответствие инфо-логической модели позволит минимизировать ошибки и повысить точность анализа [87, 88].

Методика определения уровня ЦЗ, используемая при разработке модели, основана на методике SPICE, являющейся частью стандарта [111], широко применяемого в качестве эталонной модели для определения ЦЗ. Кроме того, SPICE широко используется для измерения уровня ЦЗ в различных областях, таких как измерение организационной гибкости, автомобилестроение, управление и междисциплинарные исследования.

Алгоритм оценки уровня ЦЗ организации-разработчика стандартизации наукоемкой продукции приведен на рисунке 2.8.

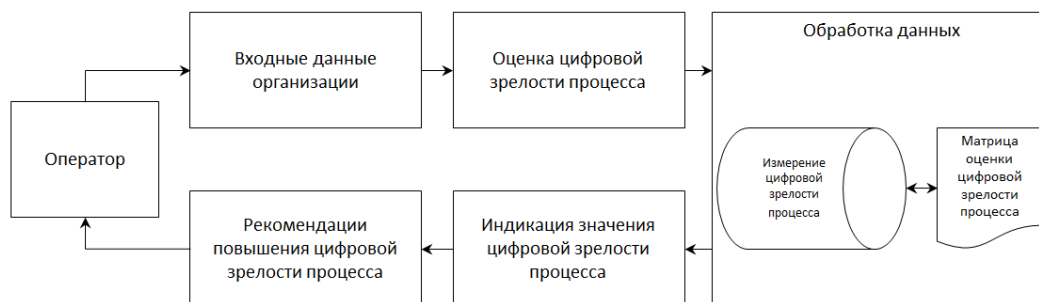


Рисунок 2.8 – Алгоритм оценки уровня ЦЗ

Оценка ЦЗ проводилась на основе измерений ЦТС с использованием метода наблюдений и интервьюирования. Наблюдаемые изменения и ответы на каждый вопрос были сопоставлены по шкале Лайкерта [112] (таблица 2.7, 2.9).

Таблица 2.7 – Оценка ЦЗ на основе применение оценочной шкалы

Значение	Реализация	Шкала Лайкерта
0–15%	Не реализовано (НР)	1
15–50%	Частично реализовано (ЧР)	2
50–85%	В значительной степени реализовано (ЗР)	3
85–100%	Полностью реализовано (ПР)	4

Разработанная модель оценки ЦЗ позволяет осуществлять оценку ЦЗ и разрабатывать рекомендации по корректирующим действиям для оптимизации процесса. Следует также учитывать, что в разработанной модели каждый уровень ЦЗ строится на основе реализации предыдущего уровня.

Расчет ЦЗ проводится по формуле (2.3)

$$M_D = \frac{\sum_{i=1}^n M_{DII} * g_{DII}}{\sum_{i=1}^n g_{DII}}, \quad (2.3)$$

Где M – уровень ЦЗ, D – параметр, I – элемент, g – весовой коэффициент, n – количество элементов оценки ЦЗ.

Поскольку модели ЦЗ обычно оказываются нерезультативными из-за своей сложности и неприменимости в реальных условиях применения, уровень детализации и способ представления был соответствующим образом адаптирован, ориентируясь на практические потребности организаций, осуществляющих разработку стандартов. Поэтому разработка данной модели оценки ЦЗ имеет целью представить простой в использовании инструмент оценки ЦЗ организации-разработчика стандарта в концепции «Индустрия 4.0» [113]. Этот инструмент позволит организациям самостоятельно оценить готовность к внедрению технологий Индустрии 4.0 в процессы стандартизации.

Произведём расчёт на основании полученных данных. Присвоим параметрам обозначения:

M_1 – Организационная структура;

M_2 – Технологии;

M_3 – Цифровая культура;

M_4 – Процесс;

Соответствующие весовые коэффициенты для каждого параметра (g_{Dli}) ниже.

Для M_1 :

$M_{1/1}$ (Управление организационной структурой) = 4; ($g_{1/1}$) = 3,5.

$M_{1/2}$ (Управление организационными изменениями) = 3; ($g_{1/2}$) = 3,0.

$M_{1/3}$ (Устойчивое управление обучением) = 2; ($g_{1/3}$) = 3,5.

Используя формулу (2.3), представленную ранее, теперь рассчитывается степень ЦЗ параметра «Организационная структура» (M_1), в результате чего уровень ЦЗ составляет 2,86 из 5.

$$M_1 = \frac{\sum_{i=1}^n M_{1li} * g_{1li}}{\sum_{i=1}^n g_{1li}} = \frac{4 * 3,5 + 4 * 3,0 + 1 * 4,07}{3,5 + 3,0 + 4,0} = 2,86 \quad (2.4)$$

Для M_2 :

$M_{2/1}$ (ИС) = 3; ($g_{2/1}$) = 3,0.

$M_{2/2}$ (Информационная инфраструктура) = 2; ($g_{2/2}$) = 3,5.

$M_{2/3}$ (Управление безопасностью) = 2; ($g_{2/3}$) = 3,7.

Используя формулу (2.5), представленную ранее, теперь рассчитывается степень ЦЗ параметра «Технологии» (M_2), в результате чего уровень ЦЗ составляет 3,38 из 5.

$$M_2 = \frac{\sum_{i=1}^n M_{2li} * g_{2li}}{\sum_{i=1}^n g_{2li}} = \frac{3 * 3,0 + 2 * 3,5 + 5 * 3,7}{3,0 + 3,5 + 4,7} = 3,38 \quad (2.5)$$

Для M_3 :

$M_{3/1}$ (Социотехническая система,) = 1; ($g_{1/1}$) = 4.

$M_{3/2}$ (Готовность к изменениям) = 2; ($g_{1/2}$) = 3,5.

Используя формулу (2.5), представленную ранее, теперь рассчитывается степень ЦЗ параметра «Цифровая культура» (M_3), в результате чего уровень ЦЗ составляет 1,47 из 5.

$$M_3 = \frac{\sum_{i=1}^n M_{3li} * g_{3li}}{\sum_{i=1}^n g_{3li}} = \frac{1 * 4,0 + 2 * 3,5}{4,0 + 3,5} = 1,47 \quad (2.6)$$

Для M_4 :

$$M_{4/4}(\text{Цифровизация бизнес-процессов}) = 2; (g_{4/4}) = 4,5.$$

Используя формулу (5), представленную ранее, теперь рассчитывается степень ЦЗ параметра «Процесс» (M_4), в результате чего уровень ЦЗ составляет 2,0 из 5.

$$M_4 = \frac{\sum_{i=1}^n M_{4li} * g_{4li}}{\sum_{i=1}^n g_{4li}} = \frac{2 * 4,5}{4,5} = 2,0 \quad (2.7)$$

По результатам расчётов на рисунке 2.9 представлен уровень ЦЗ по четырем параметрам.

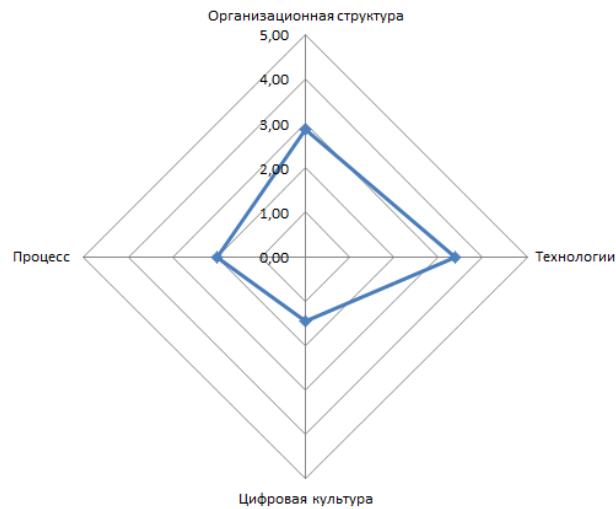


Рисунок 2.9 – Результаты оценки ЦЗ

Обобщенный уровень ЦЗ составляет 2,4.

$$M = \frac{2,86 + 3,38 + 1,47 + 2,0}{4} = 2,4 \quad (2.8)$$

Далее введём корректирующий коэффициент на основе оценки показателей ЦЗ в соответствии со шкалой Лайкерта.

Расчет коэффициента проводится по формулам (2.9)–(2.10).

$$L_{(d,a)} = \frac{\sum_{q \in Q_{da}} \frac{\sum_{r \in R^H(r,q)} |R|}{|R|}}{|Q_{da}|}, \quad (2.9)$$

$$M_{kn} = \frac{\sum_{a \in A_d} J(a,d)}{|A_d|}, \quad (2.10)$$

По результатам этих расчетов, уровень ЦЗ был получен в соответствии с предельным баллом (таблица 2.8).

Таблица 2.8 – Значения для определения уровня ЦЗ

Уровень ЦЗ M_{kn}	Предельные значения	
	Низкий	Высокий
0	0.00	0.10
1	0.11	0.20
2	0.21	0.80
3	0.81	1.40
4	1.41	3.20
5	3.21	4.0

Уровень 0 ограничивает максимальный балл 0,2, уровень 1 – максимальным значением 0,8, уровень 2 – максимальным значением 1,6, уровень 3 – максимальным значением 2,4, уровень 4 – максимальным значением 3,2 и уровень 5 – максимальным значением 4,0. Уровень детализации при разработке этой модели был скорректирован относительно уже существующих моделей оценки ЦЗ для применения непосредственно к процессу стандартизации.

Для каждого предыдущего параметра добавим коэффициент:

$$M = \frac{M_n + M_{kn}}{2} \quad (2.11)$$

С учётом коэффициента обобщенный уровень ЦЗ составляет 1,84.

$$M = \frac{1,93 + 2,69 + 1,23 + 1,5}{4} = 1,84 \quad (2.12)$$

По результатам корректировки на рисунке 2.10 представлен уровень ЦЗ по четырем параметрам.

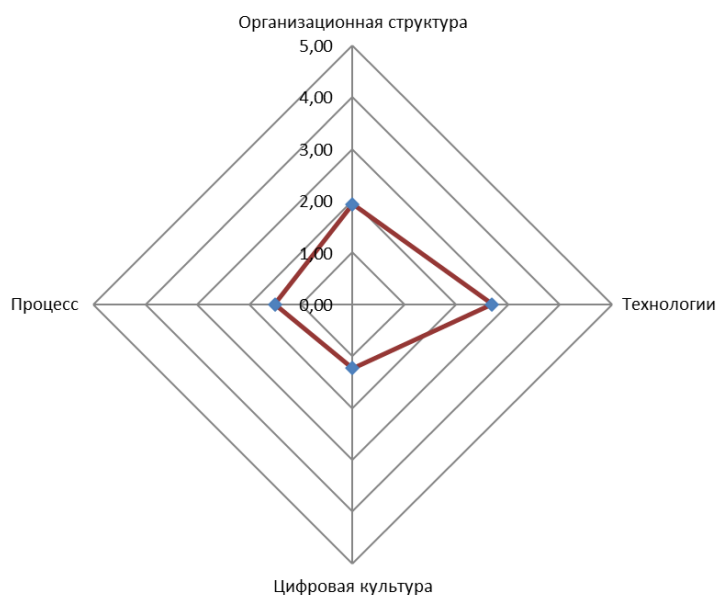


Рисунок 2.10 – Результаты оценки ЦЗ с учетом корректировки

Алгоритм самооценки уровня ЦЗ представлена на рисунке 2.11.

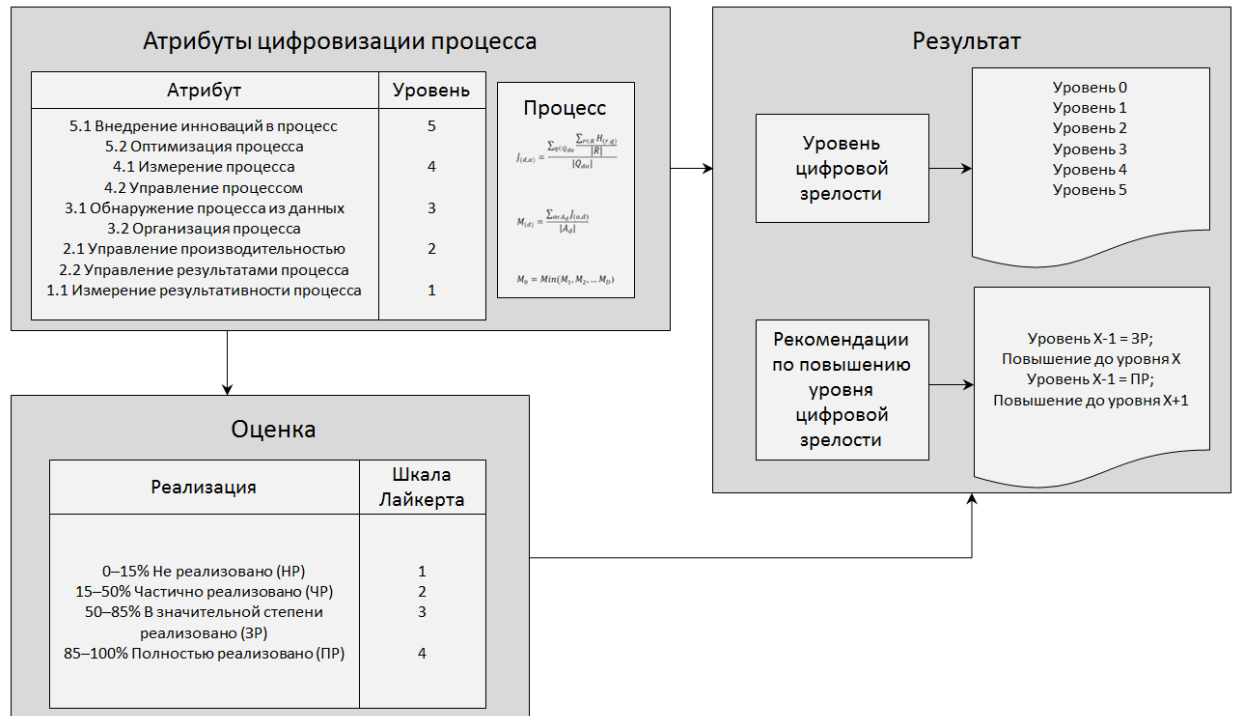


Рисунок 2.11 – Алгоритм самооценки уровня ЦЗ

Предлагаемая область применения алгоритма самооценки уровня ЦЗ представляет собой развитие существующей модели ЦЗ. В основе разработки модели ЦЗ лежат не только технологии, но и аспекты управления. При разработке модели ЦЗ основное внимание уделяется процессу, объектам и людям, включающим многомерные аспекты.

Влияние ИТ на уровень ЦЗ также привнесло необходимость стандартизации их применения к управлению процессами, результатом чего стало объединение ведущих организаций отрасли ИТ в консорциум BPMI, одной из задач которого было создание технологий для автоматизации процессов [19, 89]. В результате были созданы BPML, BPMN, BPMS, BPQL, OSM, BPDM, SBVR, OMG, BPM – широко применяемые стандартизированные инструменты моделирования бизнес-процессов.

2.7. Разработка алгоритма мониторинга процесса стандартизации

В организации необходимо поддерживать не только интенсивную работу с передовыми знаниями, но и хорошо структурированные и стандартизированные процессы в рамках одного и того же контекста,

например, правил соблюдения нормативных требований. Кроме того, мониторинг действий и решений, основанных на данных, все чаще становится обязательным требованием.

Для устойчивого развития организации управления процессом необходимо применение системы мониторинга/контроля [88, 114]. Разработанная схема мониторинга представлена на рис. 2.12 и публикации [113].



Рисунок 2.12 – Алгоритм мониторинга процесса стандартизации

Системы мониторинга контролируют ключевые показатели процесса: время выполнения, стоимость, надежность и устойчивость, операционные риски, метрические показатели сбоев. Благодаря применению таких систем мониторинга возможно выявить критерии для оптимизации процесса, сравнивая ключевые показатели с прогнозируемыми и информируя об отклонениях для принятия решения. Параллельно формируется база для анализа причин.

Концепция разработанного алгоритма заключается в том, чтобы предоставить специалистам в области стандартизации инструментарий для эффективного управления, контроля и мониторинга в процессе выполнения регламентированных задач, а также гибких наукоемких задачами. Таким образом, разработанная модель интегрированных данных и задач позволяет плавно изменять модель процесса во время выполнения. Для этого применяются инструменты, основанные на работе с данными, т.е. задачи могут быть активированы при наличии необходимых данных. Во время выполнения работы непрерывно отслеживается информация, относящаяся как к задачам, так и к данным, что позволяет детально отслеживать процессы и потоки данных, а также эволюцию данных.

2.8. Алгоритм управления результативностью высококачественного процесса стандартизации наукоемкой продукции

Для управления результативностью высококачественного процесса стандартизации целесообразно рассмотреть применения методики интеллектуального анализа процессов, поскольку она предполагает широкое использование фактических данных о процессе стандартизации наукоемкой продукции для визуализации, мониторинга и оценки процесса. Однако часто его применению препятствуют значительные трудозатраты по подготовке данных для анализа. Одной из ключевых задач, требуемых для подготовки и корректной работы инструментов интеллектуального анализа процессов является получение журнала событий (часто в качестве эквивалента данного понятия применяется широко распространенный техницизм - лог). Данные, необходимые для создания журнала событий, как правило, должны быть собраны из нескольких источников данных и затем преобразованы в единый формат.

Приведем алгоритм, более полно отражающий последовательность шагов при извлечении данных из журнала событий (Рис. 2.13).

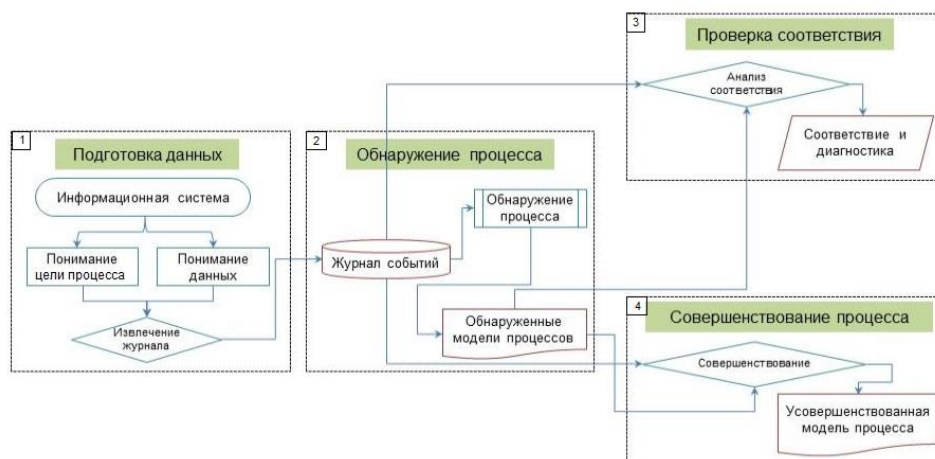


Рисунок 2.13 – Алгоритм проектирования и совершенствования процесса стандартизации на основе анализа журналов событий

Область стандартизации очень требовательна к применению ИТ-инструментов, поскольку они являются фактором повышения результативности. Развитие ИТ-инструментов открывает больше возможностей для решения задач, с которыми сталкиваются организации-разработчики стандартов. Методика BPM – это современное решение для улучшений управления процесса стандартизации с целью обеспечения качества процесса.

Методика BPM относится к последовательному набору действий, и моделирование представляет собой важный этап в ЖЦ BPM. Его цель – создать представление, описывающее функционирование процесса в том виде, в каком он выполняется в организации-разработчике стандартов. Для улучшения моделей процессов также необходима оценка их качества на основе выбранных критериев. Всякий раз, когда они отклоняются от нормативных значений, будет предоставлен список рекомендаций, на основе которых разрабатывается новая модель процесса стандартизации наукоемкой продукции.

Интеллектуальный анализ процессов устраняет разрыв между BPM и наукой о данных, используя данные из журналов событий, генерируемых многочисленными ИС, применяющимися в организациях (ERP- или BPM-системы). Данные агрегируются в журнал событий для анализа с помощью методов и инструментов интеллектуального анализа процессов, что

позволяет выявлять и корректировать процесс путем обнаружения и устранения отклонений.

При этом интеллектуальный анализ процессов, связанных с деятельностью человека, каким и является процесс стандартизации наукоемкой продукции, обладает значительно большей трудоемкостью в связи с тем, что отклонения от заданных последовательностей процессов являются обычным явлением, а доступ к данным часто затруднен. Кроме того, существует необходимость в адаптируемой модели для поддержки как индивидуальной наукоемкой работы, так и структурированной, регламентированной и содержащей множество циклов – с другой. Непрерывная эволюция модели должна позволить преодолеть различие между моделированием процесса во время разработки и фактическим выполнением процесса. Для формализации и кодирования специфичных для области стандартизации явных знаний необходима общая база знаний, которая определяет концепции свойственные наукоемкой продукции. Чтобы расширить эту базу знаний, необходимо также включить неявные знания об экспертах, например, путем изучения их субъективных оценок. При этом необходимо также учитывать аспекты конфиденциальности, например через присвоение идентификаторов.

В связи с этим установим и сгруппируем принципы интеллектуального анализа процесса.

Принцип 1 фокусируется на декомпозиции процесса на несколько этапов, чтобы можно было анализировать их с помощью интеллектуального анализа процессов, сохраняя при этом гибкость внутри этапов. Таким образом, обеспечивается качество процесса и сохраняется необходимая гибкость. Декомпозиция может быть выполнена вручную или с использованием алгоритмических методик.

Принципы 2 и 3 ориентированы на обогащение данных журнала событий как с помощью предметно-ориентированных знаний, так и с помощью внешних целей процесса. Данные реального процесса

стандартизации в основном включают в себя неструктурированные знания предметной области, которые часто не поддаются кодификации. Различные участники процесса стандартизации часто работают независимо друг от друга и редко обмениваются информацией. Чтобы справиться с этим потенциальным недостатком обмена знаниями, целесообразно внедрение систем управления знаниями, позволяющих кодифицировать неструктурированные данные и знания из предметной области, что позволит добавить их в журнал событий.

Принцип 4 показывает, что принятие сложных решений требует в первую очередь навыков специалистов, опыта и творческого подхода, но решения трудно принимать, поскольку специалисты подвержены ограниченной рациональности. Таким образом, принятие решений, основанных на сравнении похожих примеров, может оказать ценную помощь и позволяет эффективно учиться и делать выводы на основе подходящих исторических данных.

Данный инструмент в настоящее время применяется к высоко автоматизированным процессам. Тем не менее, изложенные принципы и предложения к ним позволяют применять инструменты и методы интеллектуального анализа процессов не только к стандартизированным и оцифрованным процессам, но и к процессам, связанными с участием специалистов, которые существенно в более высокой степени сложны и гибки, но при этом включают в себя небольшое количество этапов. Поскольку последовательности действий в анализируемом процессе могут изменяться в ходе процесса, возможно множество различных вариантов процесса. В применяемых методиках и инструментах интеллектуального анализа процесса отклонения часто рассматриваются как непреднамеренное, негативное поведение процесса и стремятся устранить его при выявлении. Тем не менее, отклонения в процессе стандартизации наукоемкой продукции могут возникать регулярно из-за их менее структурированных свойств. Таким образом, при выполнении проверки соответствия процессов

отклонения не должны устраняться, а скорее изучаться более детально, чтобы использовать доступные технологические инновации и развивающиеся ИТ-инструменты.

На основании проведенного анализа разработан алгоритм управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции (рис. 2.14)

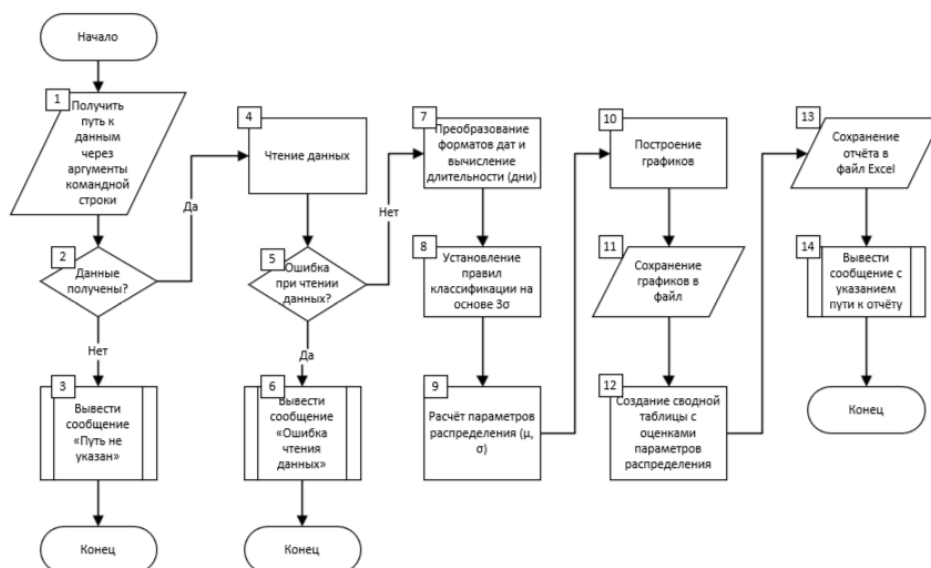


Рисунок 2.14 – Алгоритм управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции

Ключевые улучшения с дополнением интеллектуальным анализом процесса включают визуализацию эмпирического процесса через диаграмму Петри и анализ его основных характеристик в рамках обнаружения процесса. Это позволяет наглядно представить, как работает процесс. В рамках проверки соответствия происходит автоматический расчёт соответствия эталонному процессу, выявляются отклонения от нормативной модели, что помогает интегрировать показатель соответствия в оценку результативности. Это позволяет определить, насколько процессы соответствуют нормативным требованиям и выявить потенциальные проблемы. Это способствует повышению качества и управлению результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции.

Выводы по главе 2

1. Обоснована необходимость и выполнена разработка логико-информационной модели для моделирования сложного бизнес-процесса стандартизации наукоемкой продукции.

2. Обоснован выбор критериев качества процесса стандартизации наукоемкой продукции для обеспечения управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции.

3. Разработан алгоритм расчета значений критериев качества процесса стандартизации наукоемкой продукции для обеспечения возможности разработки программного обеспечения.

4. Разработка алгоритма оценки уровней цифровой зрелости организации-разработчика стандартов разной сложности наукоемкой продукции, а также установлен целевой уровень ЦЗ, достижение которого будет способствовать повышению качества и результативности процесса стандартизации наукоемкой продукции.

5. Разработан алгоритм мониторинга процесса стандартизации для обеспечения контроля отклонений значений показателей от заданных нормативных значений.

6. Разработан алгоритм управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции, что позволяет разработать соответствующее программное обеспечение.

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦИФРОВИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬЮ ПРОЦЕССА СТАНДАРТИЗАЦИИ НАУКОЕМКОЙ ПРОДУКЦИИ

3.1 Обоснование выбора стандартной системы управления базами данных для обеспечения качества процесса стандартизации наукоемкой продукции

Область стандартизации характеризуется, с одной стороны, строго стандартизированным, предписанным НД процессом, а с другой – индивидуальной работой, например, при переводе новых технических знаний на язык нормативных требований. Более того, эта работа требует интенсивного общения специалистов как внутри организации, так и с клиентами и внешними партнерами. Работа специалистов, участвующих в разработке стандарта тесно взаимосвязана, что недостаточно поддерживается существующими ИС, поскольку в них отсутствует и недостаточно внедрена интеграция процессов и данных. В настоящее время используется ряд не взаимосвязанных друг с другом инструментов, таких как система управления взаимоотношениями с клиентами (CRM), система электронного документооборота (СЭДО), федеральные АИС в области стандартизации (ФГИС «Береста», АИС МГС), корпоративная электронная почта, а также папки и документы в файловых системах локальных компьютеров и серверов. Прослеживаемость всего процесса и данных важна также с точки зрения защиты данных.

Учитывая это, целесообразно рассмотреть существующие виды баз данных и определить из них наиболее подходящую для построения инфо-логической модели данных.

Тип базы данных должен обеспечивать совместимость, надежность, поддержку, безопасность, масштабируемость, интеграцию с другими инструментами. Важна структурированность данных, контроль версий, аудит изменений, доступность для разных пользователей. База данных, широко

распространенная и стандартизированная, может обеспечить выполнение этих условий лучше, чем нестандартные решения. Таким образом определим стандартную базу данных как систему управления данными, соответствующую общепринятым стандартам проектирования и эксплуатации. Кроме того, интеграция с существующими системами (ERP, CRM) проще при использовании стандартных решений. Приведём типы баз данных в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Таблица типов баз данных

Тип БД	Подтип/Примеры	Особенности инфо-логической модели	Применение БД
Реляционные	PostgreSQL, MySQL, Oracle	- Сущности → таблицы. - Атрибуты → колонки. - Связи → внешние ключи. - Строгая схема данных.	Транзакционные системы, управление документами с прослеживаемость версий документов.
Документные	MongoDB, CouchDB	- Сущности → документы (JSON/BSON). - Гибкая схема. - Вложенные структуры.	Каталоги продуктов, журналы изменений.
Графовые	Neo4j, Amazon Neptune	- Сущности → узлы. - Связи → ребра с свойствами. - Акцент на отношениях.	Рекомендательные системы, анализ зависимостей (например, согласование документов).
Ключ-значение	Redis, DynamoDB	- Примитивная структура: ключ → значение. - Нет сложных связей.	Кэширование, сессии пользователей, временные данные.
Колоночные	Cassandra, HBase	- Данные хранятся в колонках. - Оптимизация для аналитики.	Большие данные, аналитика, журналирование.

Сопоставив различные типы баз данных, можно сделать вывод, что инфо-логическую модель можно построить для любого типа баз данных, но наиболее подходящей она будет к реляционным базам данных (SQL). Инфо-

логическая модель описывает сущности, их атрибуты и связи, что наиболее полно соответствует реляционной структуре:

- сущности → таблицы (см. пункт 2.3).
- атрибуты → колонки (см. пункт 2.3).
- связи → внешние ключи (см. пункт 2.3) и операции соединения реляционной алгебры.

Реляционные базы данных требуют четкой схемы данных, которую напрямую отражает инфо-логическая модель.

Модель стандартизации (документы, версии, авторы, статусы) при этом легко представить в виде таблиц и связей.

Для других типов баз данных (NoSQL) инфо-логическая модель также возможна, но с ограничениями. Для документного типа баз данных построение инфо-логической модели возможно на уровне вложенных документов, но структура может быть гибкой. Для графовых баз данных инфо-логическая модель может быть представлена в виде связей между сущностями (узлами), что при этом является частичной реализацией инфо-логической модели. Для базы данных типа «Ключ-значение» инфо-логическая модель нецелесообразно применять в связи с примитивной структурой данных.

Таким образом реляционные базы данных наиболее применимы для построения инфо-логической модели, так как их структура (таблицы, связи, схемы) соответствует требованиям к построению инфо-логической модели. Для других типов баз данных инфо-логическая модель потребует адаптации под специфику конкретного типа (документы, графы и т.д.).

3.2 Разработка архитектуры и режимов функционирования программного обеспечения расчета критериев качества процесса стандартизации наукоемкой продукции

Алгоритм оценки качества процесса стандартизации представлен на рисунке 3.1.

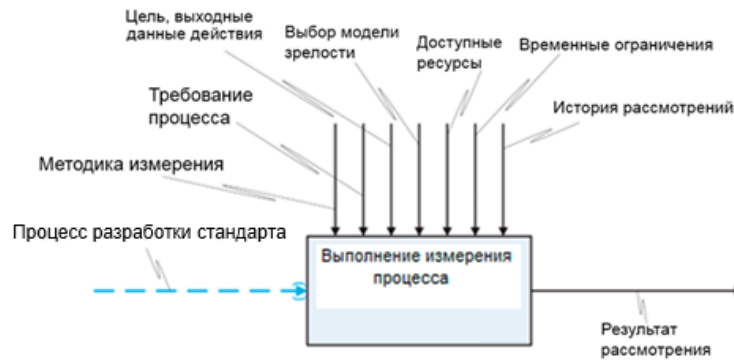


Рисунок 3.1 – Оценка качества процесса стандартизации

Стрелка с прерывистой линией – процесс стандартизации, который является предметом измерения оценки. Стрелки со сплошными линиями представляют информацию.

Для оценки результативности процесса используем формулу 3.1 [97].

$$P_{\text{БП}} = \frac{\sum P_{\text{БП}_i}^1}{\sum P_{\text{БП}_i}^0}, \quad (3.1)$$

где $\sum P_{\text{БП}_i}^1$ и $\sum P_{\text{БП}_i}^0$ – значения качества процесса до внедрения инфологической и концептуальной модели и после внедрения.

Также необходимо выделить основные показатели оценки качества:

- показатель количества процедур процесса ($K_{\text{проц}}$), определяемый по формуле 3.2.

$$K_{\text{проц}} = \frac{K_{\text{Пф}}}{K_{\text{По}}}, \quad (3.2)$$

где $K_{\text{Пф}}$, $K_{\text{По}}$ – фактическое и оптимальное количество процедур в процессе.

- показатель степени достаточности кадрового потенциала для выполнения задач ($K_{\text{раб}}$), определяемый по формуле 3.3:

$$K_{\text{раб}} = \frac{K_{\text{Рф}}}{K_{\text{Ро}}}, \quad (3.3)$$

где $K_{\text{Рф}}$, $K_{\text{Ро}}$ – фактическая и оптимальная степени достаточности кадрового потенциала для выполнения задач.

- показатель отклонений от установленных требований ($K_{\text{ош}}$), определяемый по формуле 3.4:

$$K_{\text{ош}} = \frac{K_{\text{Попт}}}{K_{\text{Побщ}}}, \quad (3.4)$$

где $KП_{\text{опт}}$ – фактическое количество отклонений в процедурах процесса от установленных требований; $KП_{\text{общ}}$ – общее количество процедур процесса.

- показатель степени выполнения запланированного срока ($T_{\text{БП}}$), определяемый по формуле 3.5:

$$T_{\text{БП}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{БП}i}^1}{\sum_{i=1}^n T_{\text{БП}i}^0}, \quad (3.5)$$

где $T_{\text{БП}i}^1$, $T_{\text{БП}i}^0$ – временные затраты на одну процедуру процесса после внедрения инфо-логической и концептуальной модели и до внедрения соответственно.

Таким образом на основании проведенного анализа хронометража процесса стандартизации, а также анализа данных выполним оценку качества процесса (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Оценка критериев качества процесса стандартизации наукоемкой продукции

Критерий	Базовый процесс	Цифровизированный процесс	Изменение	Интегральный показатель	Удельный вес
Степени выполнения запланированного срока, чел.-ч	1512	1344	11 %	0,89	0,6
Количество операций процесса ($K_{\text{проц}}$)	0,15	0,09	40 %	0,89	0,4
Степень достаточности кадрового потенциала для выполнения задач ($K_{\text{раб}}$)	0,7	0,5	28 %	0,89	0,4
Отклонения ($K_{\text{ош}}$)	0,67	0,44	34 %	0,89	0,4
Результативность ($P_{\text{БП}}$)	378,78	336,25	28 %	-	-
Итоговый критерий качества ($Q_{\text{БП}}$)	0,16	0,2	20 %	-	-

Таким образом, возможно рассчитать показатель качества процесса стандартизации по формуле 3.6.

$$Q_{\text{БП}} = d_T(1 - T_{\text{БП}}) + d_P(1 - P_{\text{БП}}), \quad (3.6)$$

где d_T – удельный вес важности затрат времени на процедуры процесса (в долях); d_P – удельный вес важности показателей результативности процедур процесса (в долях).

Проведем расчёт на основе эмпирических данных.

$$Q_{\text{БП}} = 0,6 \cdot (1 - 0,89) + 0,4 \cdot (1 - 0,67) = 0,2 \quad (3.7)$$

Исходя из этого можно отметить повышение качества бизнес-процесса на 20%. При этом в данном показателе не учитывается уровень ЦЗ, который целесообразно сюда включить.

Во внимание принимается то, что оптимизация времени выполнения бизнес-процесса для предприятия является более важным критерием, т.к. его снижение повлечет за собой и снижение материальных затрат.

Исходя из вышеизложенного, задержка на миллион процессов стандартизации (HPMDP) рассчитывается по формулам 3.8-3.10.

$$HPU = \frac{N_{HP}}{N_p}, \quad (3.8)$$

где N_{HP} – количество процессов с зафиксированным ожиданием времени, N_p – общее количество процессов.

$$HPDP = \frac{HPU}{1}, \quad (3.9)$$

$$HPMDP = HPDP \cdot 10^6 \quad (3.10)$$

Далее на основании графика определяется показатель ETD.

Дополним таблицу 2.2 реальными данными о процессе стандартизации, что позволит провести ранжирование качества процесса стандартизации (Таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Ранжирование качества процесса стандартизации

Значения критерия процесса (дн).	Оценка критериев качества	Значение показателя ETD (σ)
183-198	Предельно низкое время ожидания (Соответствует требованиям)	от 2,6 σ до 3,0 σ
199-218	Низкое время ожидания	от 2,1 σ до 2,5 σ
219-230	Нормативное время ожидания (Соответствует требованиям)	от 1,6 σ до 2,0 σ
231-283	Среднее время ожидания (Соответствует требованиям)	от 1,1 σ до 1,5 σ
284-299	Высокое время ожидания (Соответствует требованиям)	от 0,6 σ до 1,0 σ
300-365	Предельно высокое время ожидания (не соответствует требованиям)	от 0,1 σ до 0,5 σ
> 365	Избыточное время ожидания (не соответствует требованиям)	от 0 σ до 0,1 σ

Построим график нормального распределения на основе данных таблицы (Рисунок 3.2)

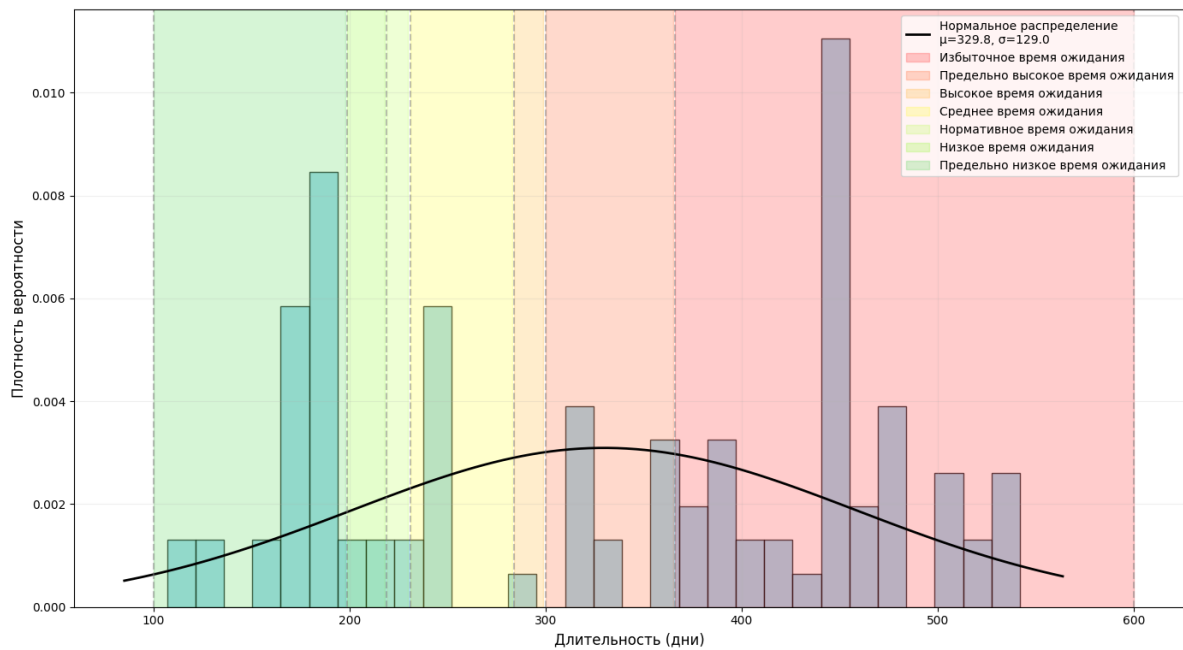


Рисунок 3.2 – Нормальное распределение качества процесса

Рассчитаем разработанный показатель для процесса стандартизации. Таблица с описанием параметров и количеством процессов представлена в приложении 1.

Проведем расчет по формулам 3.11-3.13.

$$HPU = \frac{65}{89} = 0,7 \quad (3.11)$$

$$HPDP = \frac{0,7}{1} = 0,7, \quad (3.12)$$

$$HPMDP = 0,7 \cdot 10^6 = 700000 \quad (3.13)$$

Таким образом, показатель HPMDP=700000, что означает наличие 70% процессов, соответствующих нормативным требованиям в части сроков разработки до проведения оптимизации.

Из таблицы приложения 1 определяем, что средний срок ожидания времени составляет 40 дней. По таблице 3.3 определяем, что это соответствует от 1,1 σ до 1,5 σ, превышает нормативное время ожидания, но в целом соответствует требованиям. Однако можно сделать вывод о необходимости проведения работ по оптимизации.

Добавим показатель уровня ЦЗ M_d для оценки качества процесса стандартизации наукоемкой продукции:

$$Q_{\text{БП}} = d_T(1 - T_{\text{БП}}) + d_P(1 - P_{\text{БП}}) \cdot M_d, \quad (3.14)$$

Рассмотрен следующий реальный процесс, чтобы объяснить детали модели в практическом контексте.

В соответствии с поставленными задачами исследования усовершенствованы методики применения инструментов ИТ, являющиеся основой для повышения качества процесса стандартизации в наукоёмких организациях.

Для этого разработаны, апробированы и внедрены процедуры на основе применения инфо-логической и концептуальной моделей, а именно:

1. Внедрены таблицы фактов, описывающие состояние стандартов на стадиях его ЖЦ;

2. Усовершенствованы инструменты сбора и структуризации данных о качестве процесса стандартизации из ИС, применяемых организациями, являющимся участниками работ по стандартизации, позволяющая применять методику интеллектуального анализа данных, осуществлять автоматизированное построение цифровой копии реального процесса в нотации BPMN.

3. Разработана процедура оценки результативности процесса стандартизации за счет использования методов организации цифровых данных и совершенствования инструментов повышения уровня ЦЗ позволяющая выявлять и автоматизировано визуализировать информацию об отклонения процесса от значений, заданных НПА.

В работах по стандартизации в настоящее время можно выделить 3 потенциальных и основных источника данных для анализа – это действующая система ФГИС «Береста», внутренние КИС организаций-участников работ по стандартизации (подведомственные институты Росстандарта, ТК) и программы автоматизации постановки и контроля задач, индивидуально применяемые подразделениями. В перспективе планируется

внедрение ИПС, которая сейчас работает в тестовом режиме и в дальнейшем предполагает объединение всех ТК.

Но зачастую такие системы как ФГИС «Береста» содержат слабо детализированную информацию о событиях, не дающую ответов на множество вопросов. Поэтому для более детальной аналитики целесообразно внедрять, применять и анализировать данные систем автоматизации постановки и контроля задач, для корректного использования которых целесообразно создавать соответствующие регламенты на основе действующей нормативно-методической базы. Определение источника данных происходит непосредственно специалистом.

С этой целью представленный в разделе 2.4 алгоритм формализован как ПО. Элемент кода ПО представлен на рисунке 3.3.

```

183 # Преобразование дат, если они не в datetime формате
184 date_columns = ['НачалоЭтапа', 'ОкончаниеЭтапа']
185 for col in date_columns:
186     if not pd.api.types.is_datetime64_any_dtype(df[col]):
187         df[col] = pd.to_datetime(df[col], errors='coerce')
188
189 if 'Время' in events_df.columns and not pd.api.types.is_datetime64_any_dtype(events_df['Время']):
190     events_df['Время'] = pd.to_datetime(events_df['Время'], errors='coerce')
191
192 return df, events_df
193
194 try:
195     df, events_df = prepare_data(df, events_df)
196     print("\n✅ Данные успешно подготовлены")
197 except Exception as e:

```

Рисунок 3.3 – Элемент исходного кода ПО, реализующего алгоритм оценки критериев качества процесса стандартизации наукоемкой продукции.

Программное обеспечение для управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции на основе критериев качества представляет собой комплекс инструментов, направленных на оптимизацию и повышение результативности процесса. Оно включает мониторинг и контроль выполнения установленных критериев качества, прогнозирование и планирование, а также отчётность и анализ. Это способствует своевременному выявлению отклонений и принятию корректирующих мер, более точному прогнозированию результатов и планированию мероприятий

по улучшению качества, а также проведению глубокого анализа результатов и разработке рекомендаций по совершенствованию процесса стандартизации.

3.3 Разработка архитектуры и режимов функционирования программного обеспечения управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции

Алгоритмизация управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции на основе концептуальной модели представляет собой комплексную методику, требующую интеграции передовой технологической инфраструктуры.

Использование данных и аналитики для управления результативностью процесса является важным аспектом цифровизации. Применение цифровых инструментов для аналитики позволяет оценивать качество, выявлять несоответствия и управлять результативностью процесса. Использование инструментов МО позволяет прогнозировать потенциальные проблемы и автоматически корректировать процесс, что способствует повышению качества.

Для перехода к алгоритмизированной оценке качества процесса на основе инфо-логической и концептуальной модели данных процесса необходимо учитывать, что процесс стандартизации наукоемкой продукции включает элементы, имеющие потенциал для цифровизации, но требует существенного ручного вмешательства специалистов. Инфо-логическая является центральным компонентом системы, описывая связи между ними. Для достижения полной цифровизации, что будет соответствовать уровням ЦЗ 4-5, следует устранить ручные этапы с помощью инструментов цифровизации, внедрить алгоритмы оценки качества и управления результативностью процессов через разработку ПО (рисунок 3.4), интегрировать модель данных с системами управления бизнес-процессами (BPMS) и обеспечить замкнутый цикл управления качеством, включающий этапы оценки, корректировки и отчетности.

```

1 def transform_data(df):
2     df = df.drop_duplicates()
3     df.fillna(method='ffill', inplace=True)
4     df['timestamp'] = pd.to_datetime(df['timestamp'], format='%Y-%m-%d %H:%M:%S')
5     df = df[df['value'] > 0]
6     return df
7 transformed_df = transform_data(df)

```

Рисунок 3.4 – Использование автоматизированной процедуры преобразования данных

Также важно учесть методику работы для реализации применения цифрового инструмента интеллектуальный анализ процесса (Таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Этапы и задачи подготовки журнала событий

Этап	Ключевые задачи	Примечания
Определение контекста	Обсуждение с заинтересованными сторонами, выбор области анализа.	Требует экспертизы процесса.
Извлечение данных	Оценка источников, реструктуризация, преобразование форматов (временные метки).	Проблемы с кириллицей, ручная корректировка.
Моделирование данных	Создание модели «звезда», объединение данных из разных источников.	Таблицы фактов и справочников.
Оценка качества	Фильтрация, поиск недостающих данных, анонимизация.	Используются чек-листы, ручной анализ.
Формирование журнала	Определение атрибутов: события, временные метки, идентификаторы обращений.	Сопоставление данных с эталонной моделью.
Оценка журнала	Анализ шума, выявление проблем (неполные записи), корректировка.	Инструменты обнаружения процессов

На одном из этапов стандартизации в результате сбора данных из системы автоматизации постановки и контроля задач было осуществлено применение инструмента интеллектуального анализа процесса, что позволило выявить отклонение процесса от нормативных показателей (рисунок 3.5).

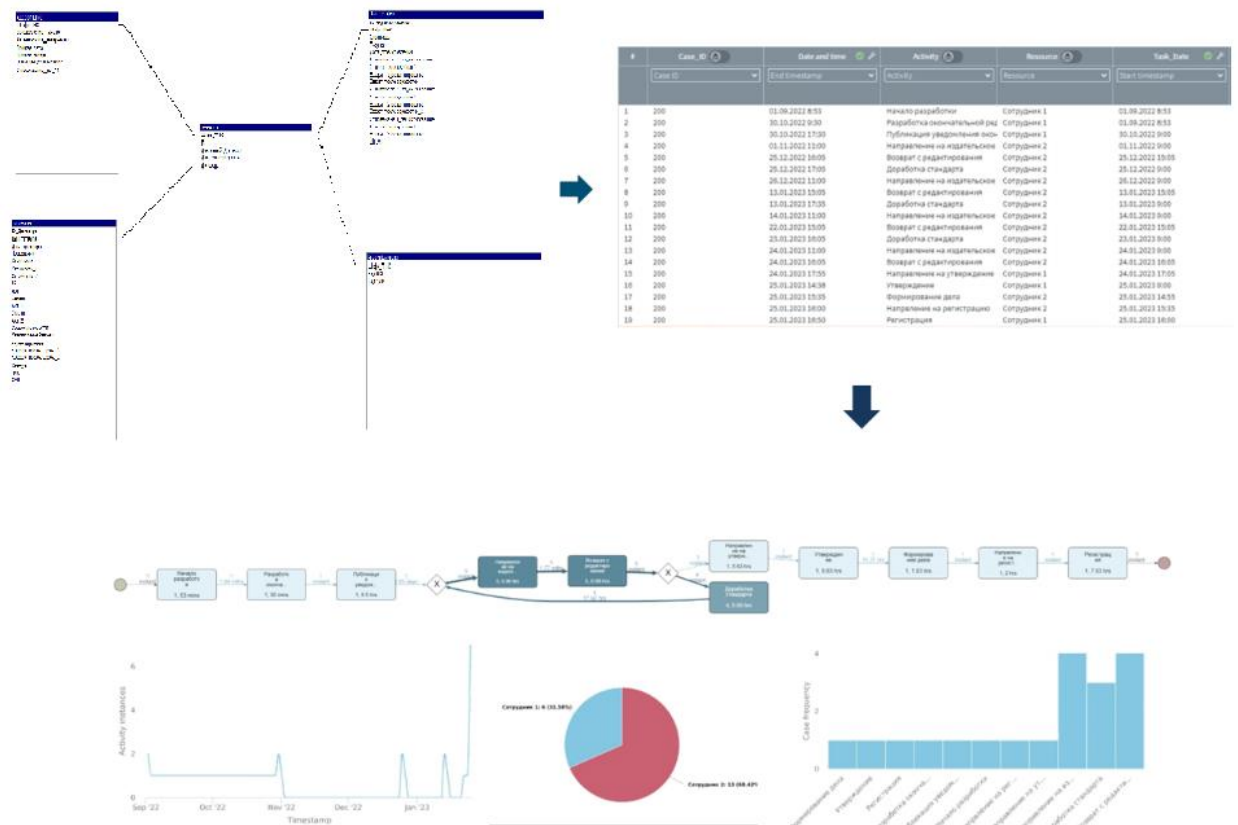


Рисунок 3.5 – Алгоритмизированная процедура управления результативностью процесса стандартизации

На основании применения интеллектуального анализа процессов, а также на основании сбора и построения архитектуры данных появляется возможность реализации инструментов поддержки принятия решения на основе фактических данных.

Разработка ПО, реализующего алгоритмы для обнаружения аномалий, проверки логики процессов и сравнения данных с эталонной моделью процесса позволяет управлять результативностью процесса. Интеграция с BPMS обеспечит автоматический мониторинг и корректировку процесса на основе выявленных отклонений, что позволяет оперативно реагировать на изменения, улучшать качество и управлять результативностью процесса.

Механизмы ПО для исправления ошибок или генерации задач для специалистов минимизируют необходимость ручного вмешательства. Алгоритмизированное за счёт применения ПО формирование визуальных отчётов с КПЭ и рекомендациями предоставляет наглядную информацию о

состоянии процесса стандартизации и позволяет оперативно принимать меры по устранению отклонений (рис. 3.6).

```

192 # Основные оценки
193 plt.subplot(1, 2, 1)
194 bars = plt.bar(criteria_names, criteria_scores, color=['#4CAF50', '#FFC107', '#F44336'])
195 plt.axhline(y=0.5, color='r', linestyle='--', alpha=0.3)
196 plt.title('Оценки по критериям')
197 plt.ylabel('Оценка')
198 plt.ylim(0, max(criteria_scores.max() + 0.1, 0.6))
199 plt.xticks(rotation=15)
200 for bar in bars:
201     height = bar.get_height()
202     plt.text(bar.get_x() + bar.get_width()/2., height,
203             f'{height:.2f}', ha='center', va='bottom')
204
205 # Итоговая оценка
206 plt.subplot(1, 2, 2)
207 status = "Высокая" if total_score >= 0.8 else "Средняя" if total_score >= 0.5 else "Низкая"
208 color = 'green' if total_score >= 0.8 else 'orange' if total_score >= 0.5 else 'red'
209
210 plt.text(0.5, 0.7, f"Итоговая оценка: {total_score}/1.0",
211         fontsize=14, ha='center', color=color)
212 plt.text(0.5, 0.5, f"Статус: {status} результативность",
213         fontsize=16, ha='center', weight='bold', color=color)
214 plt.text(0.5, 0.3, f"Событий: {processed_data['События']}",
215         fontsize=12, ha='center', color='blue' if processed_data['События'] == 0 else 'red')
216 plt.axis('off')
217
218 plt.tight_layout()
219 plt.show()

```

Рисунок 3.6 – Элемент исходного кода ПО, реализующего алгоритм управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции

Таким образом, внедрение инфо-логической модели данных и алгоритмизация процесса являются необходимыми компонентами для повышения качества и управления результативностью процессом стандартизации наукоемкой продукции.

В соответствии с [124] термин «управлять» (control (verb)) подразумевает мониторинг выходных данных системы для сравнения с ожидаемыми выходными данными и принятие корректирующих мер, когда фактический результат не соответствует ожидаемому результату.

Когда мониторинга и оценки процесса проста и понятна, а влияющие на качество процесса факторы легко выделить и отделить друг от друга, с помощью графиков и математических функций можно эффективно

использовать наборы данных для определения взаимосвязи между результатами отклонений процесса от нормативных значений и влияющими на это факторами. Когда у системы есть входные данные, она может на основе их быстро производить оценку и прогнозирование.

Реализация данного ПО обеспечивает возможность наблюдения за состояниями системы. Необходимо обеспечивать наблюдаемость входных и выходных данных и наблюдение за системными журналами и ошибками.

3.4 Методика применения инструментов распределенных реестров при цифровизированном управлении качеством процесса стандартизации наукоемкой продукции

Смоделирован квазикод смарт-контракта, в котором показано выполнении функции включение темы из программы национальной стандартизации Заказчиком в контракт на разработку (PlaceOrder). Эта функция должна быть выполнена разработчиком стандарта, что отмечено в строке 6. Впоследствии выполняется проверка, активирована ли функция в строке 7. Если это соответствует условию, то выполняется любая запрограммированная логика задачи (этап стандартизации), а активация задач обновляется в строке 9.

Это демонстрирует, как блокчейн может помочь внедрять и выполнять процессы стандартизации совместно с остальными участниками работ по стандартизации [47]. И чем больше таких участников, задействованных в разработке, чем больше цепочка процесса, требующая прослеживаемости, тем более эффективным будет применение блокчейн.

Методы, основанные на моделях, создают код смарт-контрактов, реализующих этот процесс (Рисунок 3.7).

```

1 contract BPMNContract {
2   uint marking = 1;
3   address manufacturer;
4   ...
5   function PlaceOrder ( -input data - ) returns ( bool ) {
6     if ( msg.sender != manufacturer ) return false ;
7     if ( marking & 2 == 2 ) { // is the task activated?
8       // custom task logic, if any, is inserted here
9       step( marking & uint (~2) | 4 ); // deactivate current task and activate the next
10      return true ;
11    }
12    return false ;
13  }
14  ...

```

Рисунок 3.7 – Код смарт-контракта из модели BPMN.

Рассмотрим применение технологии блокчейн для анализа и мониторинга процесса.

Анализ процессов включает сбор данных о функционировании процесса и выявление отклонений с последующим применением для анализа первопричин проблем и выявления процессов. Мониторинг процессов предполагает сбор и отображение данных о выполнении процессов. Эти данные позволяют своевременно обнаруживать отклонения и принимать необходимые меры. В целях анализа и мониторинга процессов необходимо обеспечить совместимость данных блокчейна с локальными данными. Это позволит всем участникам процесса контролировать глобальное представление процесса и проверять соответствие текущему процессу и договорным обязательствам. Информационные технологии, связанные с BPM, включают все системы, поддерживающие выполнение процессов. Технология блокчейн открывает новые возможности для выполнения процессов, но существуют проблемы с безопасностью и конфиденциальностью. Участники процесса должны обеспечить использование механизмов в соответствии с требованиями конфиденциальности.

Перспективные направления исследований в области применения блокчейн для управления процессом стандартизации:

- разработка систем исполнения и мониторинга процесса на блокчейн, включая системы предупреждения;
- разработка новых методов анализа и построения процессов с использованием технологии блокчейн;
- анализ влияния блокчейн на стратегию и управление, особенно в контексте новых моделей процесса;
- исследование изменений в культуре управления, подбора кадров и повышения квалификации в сторону открытости.

Выводы по главе 3

1. Обоснован выбор стандартной системы управления базами данных для обеспечения качества процесса стандартизации наукоемкой продукции, что позволило выявить применимость инфо-логической модели для обеспечения управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции.

2. Разработаны архитектура и режимы функционирования ПО, управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции, дополненного применением цифрового инструмента интеллектуального анализа процесса, применение которого позволило выявить наличие 70% процессов, соответствующих нормативным требованиям в части сроков разработки.

3. Разработаны архитектура и режимы функционирования ПО, реализующее алгоритм управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции на основе критериев качества, что позволило организовать визуальную индикацию отклонения процесса от нормативных значений.

4. Разработана методика перспективного применения инструментов распределенных реестров при управлении процессом стандартизации наукоемкой продукции. Смоделирована возможность применения этого инструмента в процессе стандартизации наукоемкой продукции.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССА СТАНДАРТИЗАЦИИ НАУКОЕМКОЙ ПРОДУКЦИИ

4.1 Методика практического применения программного обеспечения расчета критериев качества процесса стандартизации наукоемкой продукции

Для исследования выбран этап стандартизации, который выполняется одним подразделением организации, выполняющей разработку стандартов [47].

Рассматриваемый процесс стандартизации моделируется, внедряется и выполняется с использованием инструментов, предоставляемых системой управления бизнес-процессами (BPMS).

Модель процесса стандартизации можно рассматривать как цифровую модель процесса. Модель позволяет осуществлять мониторинг, анализ, моделирование и совершенствование процесса во время выполнения, обеспечивая повышение уровня ЦЗ за счёт применения технологий в области моделирования процессов и интеллектуального анализа процессов. Кроме того, модели более эффективны при применении к процессам, описываемым BPMN. Эта нотация может быть использована для точного моделирования поведения системы, что делает его пригодным для описания модели процесса.

Представление поведения системы с помощью стандарта BPMN позволяет осуществлять непосредственное выполнение системы на основе смоделированного процесса. Модели BPMN могут быть введены в действие для управления выполнением системы, тем самым облегчая развитие в том числе и Интернета вещей. В частности, реализация модели может быть достигнута путем использования метода «модель-код» или прямого выполнения модели.

Тем не менее, модель, способная виртуально представлять организационную систему и ее процессы, все еще является теоретической концепцией и далек от реального применения. Однако возможно рассмотреть функциональные возможности процесса (Рисунок 4.1).

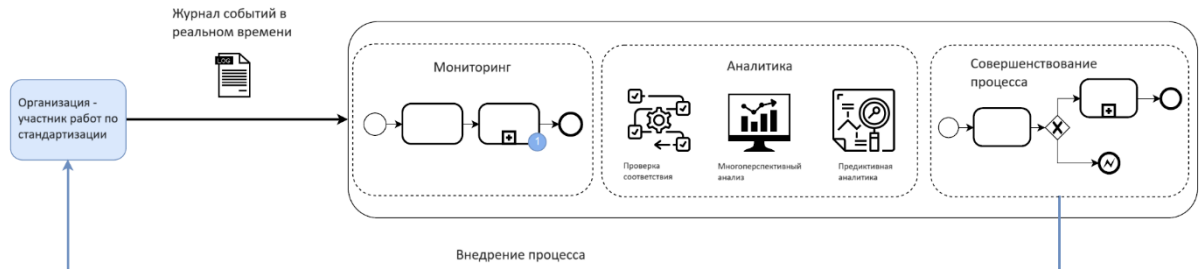


Рисунок 4.1 – Функциональные возможности процесса

Рассмотрим функцию мониторинга. Функция мониторинга модели отвечает за отображение текущего состояния системы во время выполнения. На основе модели BPMN, используемой для представления и управления выполнением системы, можно выделить в процессе действия, выполняемые устройствами. Что касается семантики выполнения, BPMN опирается на понятие токена. Начиная с события запуска, маркер проходит по краям последовательности процесса и проходит через его элементы, обеспечивая их выполнение, а конечное событие потребляет его при завершении. Распределение токенов в элементах процесса относится к состоянию выполнения. Поэтому выполнение процесса определяется в терминах эволюции состояний. Концепция токенов, проходящих через модель процесса, очень полезна для проверки того, отражены ли намерения разработчика модели в том, как на самом деле выполняется процесс.

Рассмотрим функцию аналитики. Непрерывный поток данных из физической системы позволяет на основе модели отображать производительность своего аналога в режиме реального времени. Таким образом, модель может служить для выполнения анализа в реальном времени, а также моделирования и прогнозирования будущего поведения процесса в изменившихся условиях.

Анализ журналов событий в реальном времени, создаваемых в процессе выполнения системы, позволяет сократить задержку между временем, когда событие произошло в реальном процессе, и получением полезной информации. Использование совместно с системами Интернета вещей можно извлечь выгоду из анализа потока данных, используя методы интеллектуального анализа потоковых процессов. Они могут обогатить системы функциями адаптивности, фиксируя динамическое поведение и приспосабливаясь к изменениям, связанным с окружающей средой.

Другие методы используют журналы событий, смоделированные или созданные во время выполнения системы, для прогнозирования будущего развития системы. В частности, комбинация журналов событий, создаваемых как выполняемым процессом, так и данными, воспринимаемыми устройствами, позволяет применять методы интеллектуального анализа процессов для непрерывного совершенствования процессов и реагирования на изменения.

Принимая во внимание распространение процессно-ориентированных систем, в данном разделе представлена новая концепция моделирования процессов, позволяющая эффективно осуществлять мониторинг, анализ и уточнение таких систем. Проведен анализ концепции как модели организации, так и исполняемого модели процесса, чтобы подчеркнуть их преимущества и ограничения, тем самым показывая, как процессно-ориентированные системы могут иметь более высокие показатели от их сочетания.

При создании модели процесса исключительно на основе журналов событий в режиме реального времени применяются методы интеллектуального анализа процессов для выявления процесса и анализа его выполнения. Существующие методики часто не имеют адекватных решений для распределенных сценариев с участием нескольких объектов, в частности при использовании в среде Интернета вещей. Следовательно, модели процессов, полученные на основе современных методов обнаружения

процессов, могут неточно отражать динамическую природу системы, что делает их непригодными для непосредственного улучшения системы. С другой стороны, когда выполнение системы управляется заранее определенным процессом, усовершенствования, внесенные в модель процесса, могут быть легко использованы для улучшения системы. В таких случаях, когда процесс известен заранее, модификации и оптимизации, примененные к модели процесса, могут быть использованы для повышения производительности и возможностей системы. Такой целенаправленный метод обеспечивает более эффективную интеграцию модели процесса с базовой системой, управляемой процессами, что позволяет получать ценные сведения и усовершенствования непосредственно из модели процесса.

Растущее использование методов, основанных на BPMN, делает эти системы хорошо подходящими для применения моделей процесса. Эта интеграция еще больше повысит результативность системы, возможности мониторинга и принятия решений независимо от конкретного сценария применения.

В результате применения разработанного ПО, реализующего алгоритм управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции получаем визуальное отражения соответствие критериям качества (рис.4.2).

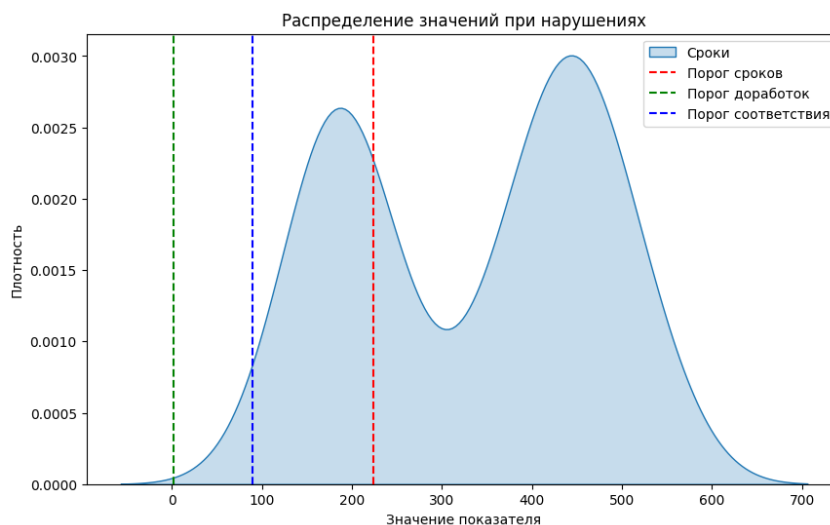


Рис. 4.2 – Результат применения разработанного программного обеспечения

Целесообразно изучение интеграции методов интеллектуального анализа процессов с целью обнаружения скрытых закономерностей, узких мест и низкой результативности в выполнении процессов стандартизации. Необходимо рассмотреть методы и инструменты автоматического выявления моделей процессов из журналов событий и их согласования с представленными моделями процессов. Такая интеграция обеспечит полное представление о поведении системы, что позволит проводить более точное моделирование, прогнозирование и оптимизацию. Кроме того, необходимо изучение перспектив расширения интеграции инструментов предиктивной аналитики. Используя журналы событий и комбинируя их с алгоритмами МО, возможно разрабатывать прогнозные модели, которые предсказывают поведение системы, позволяя принимать решения и предупреждать действия.

4.2 Практические результаты цифровизированного управления качеством процесса стандартизации технологий наукоемких полимерных композиционных материалов

Реализация результатов работы осуществлена в научно-исследовательских и экспертно-аналитических работах Минпромторга России, Росстандарта (приложение 8).

В свойствах материалов, которые определяют технические требования к проектированию и испытаниям конструкций, описываются физико-механические характеристики материалов, сложность геометрических параметров, напряженно-деформационные состояния и другие особенности конструкций из новых материалов, которые в условиях компьютерного моделирования требуют применения ИТ-инструментов для учета этих особенностей. Параметры (состав, структура, свойства) материалов при разработке цифровых моделей можно представить как 2 группы – геометрические параметры и свойства материалов. Эти группы определяют требования к данным и процессам. Для выполнения этих требований необходимо применение соответствующих инструментов ИТ. Например, инфо-логическая модель описывает структуру, связи данных, логику их

обработки, обеспечивает согласованность данных. Концептуальная модель повышает управляемость процессом создания цифровых моделей и проведения виртуальных испытаний, обеспечивая оптимизацию ресурсов и интеграцию с ЕИП.

Роль физических и механических характеристик материалов и конструкций, таких как анизотропия, микроструктурная неоднородность, сложные геометрические формы и уникальные эксплуатационные требования, существенно влияет на сложность структурирования данных (инфо-логическая модель) и организацию процессов и взаимодействий (концептуальная модель). Например, высокая степень анизотропии требует детальной классификации данных о материалах и их свойствах, а отсутствие аналогов ставит задачу разработки новых методик обработки данных и создания специализированных алгоритмов.

Для построения цифровой модели возможно использование геометрических свойств.

На уровнях ЦЗ (2–3) используются простые структуры данных, такие как таблицы с статистическими параметрами материалов, при этом сбор данных осуществляется вручную. В рамках более высоких уровней ЦЗ и внедрения ИИ (уровни 4–5) применяются иерархические и сетевые модели данных, такие как компьютерные модели с динамическими параметрами. Эти модели интегрируются с системами ИИ для прогнозирования эксплуатационных свойств конструкции из новых материалов.

Концептуальная модель определяет организацию процессов, требования и взаимодействия между различными системами. На уровнях ЦЗ 2–3 преобладают процессы с ручным управлением, такие как отдельные приложения для проектирования и тестирования, без интеграции данных между системами. На более высоких уровнях ЦЗ (4–5) реализуются процессы с автоматизированным управлением, включая виртуальные испытательные стенды. Обеспечивается адаптация к изменениям внешней среды.

Концептуальная модель должна обеспечивать целостность и согласованность данных между различными системами и процессами.

Уровень ЦЗ 2-3 предполагает частичную автоматизацию.

Если свойства материала требуют сложного моделирования (например, использование ИИ для прогнозирования свойств материалов) и концептуальная модель обеспечивает интеграцию данных в реальном времени и использование компьютерных моделей, то кластер будет соответствовать уровням ЦЗ 4-5.

Определим, какие аспекты свойств требуют более высокого уровня ЦЗ. Структурная неоднородность материала может требовать более сложных инфо-логических моделей, что повышает уровень ЦЗ. Отсутствие аналогов может подразумевать необходимость уникальных подходов, что тоже требует более высоких уровней автоматизации и интеллектуальных систем.

Целесообразно учитывать, что концептуальная модель должна обеспечивать управление требованиями стандартов. Если свойства материала требуют частого обновления стандартов или адаптации к ним, это может влиять на необходимость более гибких и интеллектуальных систем управления, соответствующих уровням ЦЗ 4-5.

Возможные ошибки: неправильная оценка сложности свойств или недооценка требований к интеграции данных. Например, если свойства материала требуют сложных взаимодействий между системами, но концептуальная модель не обеспечивает этого, уровень ЦЗ может быть более низким. Необходимо тщательно анализировать каждое свойство и соответствующие требования к моделям.

В итоге, связь между свойствами, инфо-логической и концептуальной моделями определяет, насколько адаптивными должны быть цифровые процессы, что напрямую влияет на уровень ЦЗ.

Уровень ЦЗ напрямую зависит от сложности данных (описываемой инфо-логической моделью) и степени цифровизации процессов (определяемой концептуальной моделью). Для планирования работ по

стандартизации в кластерах с уровнями 1–5 рекомендуется сосредоточиться на базовой автоматизации и структурировании данных. В кластерах с уровнями 6–10 акцент следует сделать на внедрении ИИ, ЦМ и интеграции систем. На основании проведенного анализа составлена таблица (Приложение 6).

Одним из результатов внедрения методики является обеспечение рынка услуг цифровой сертификации продукции из ПКМ с применением инструментов стандартизации и оценки соответствия. Услуги цифровой сертификации в первую очередь предоставляются компаниям малого и среднего бизнеса.

Рассмотрим указанную методологию в разработке стандартов и сертификацию изделий ЭЦПС подробнее.

Развитие систем добровольной сертификации, применяющих цифровые платформы, требует наличия современной нормативной базы, которой с учётом действующего законодательства могут являться национальные стандарты (ГОСТ Р), зарегистрированные в установленном порядке в ФИФС технические условия (ТУ) и стандарты организаций (СТО), а также технические спецификации (отчёты) (ТО). Принимая это во внимание, возникает необходимость в совершенствовании инструментов управления разработкой стандартов и обосновании выбора их типа для повышения уровня применимости стандартов в системах добровольной сертификации, в которых применяются компьютерные модели.

Для практического применения методик объектами стандартизации были выбраны изделия из ПКМ дорожной инфраструктуры.

Данные изделия создаются путем совмещения различных технологий производства и характеризуются анизотропией свойств. Поэтому для получения достоверных характеристик, необходимых для оценки соответствия, требуется проведение значительного количества натурных испытаний образцов. Современные средства виртуализации испытаний и инженерного анализа позволяют кардинально изменить соотношение между

объемами моделирования и натурных экспериментов. Под виртуальными испытаниями понимается численное моделирование поведения изделия с псевдослучайными характеристиками и условиями испытаний.

На основе применения результатов исследований разработаны стандарты компьютерных моделей:

ГОСТ Р 71196–2024 Конструкции транспортные. Цифровая модель лестничного схода. Технические требования к конструкции и виртуальным испытаниям;

ГОСТ Р 71195–2024 Конструкции транспортные. Цифровая модель подвесного водоотводного лотка. Технические требования к конструкции и виртуальным испытаниям.

Стандарты на цифровые модели изделий из ПКМ включают:

- базовые конечно-элементные модели изделий из ПКМ, разрабатываемые на основании исходной конструкторской документации и (или) цифрового макета изделия;
- физико-механические модели ПКМ, учитывающие деградацию свойств материалов в процессе эксплуатации (накопление механических повреждений, воздействие факторов окружающей среды);
- прогноз эксплуатационных повреждений и технологических дефектов ПКМ и конструкций из них;
- прогноз эксплуатационных климатических воздействий, влияние агрессивных сред на продукцию из ПКМ.

Стандарты стали базой для формирования экспериментально-цифровой платформы сертификации.

Разработка и внедрение новой нормативной и методической базы оценки соответствия изделий из ПКМ позволили достигнуть:

- сокращения сроков сертификации новых типов изделий для новых рынков путем значительного, но обоснованного смещения объема испытаний от натурных к виртуальным;

- создания эффективных процедур и методик валидации, которые используются для оценки соответствия требованиям безопасности.

Разработана концептуальная модель ИС для управления процессом стандартизации. Дополнительно разработана инфо-логическая модель данных (базы данных) для накопления информации и работы:

- с цифровым моделью процесса стандартизации;
- с результатами мониторинга процесса стандартизации.

Разработанная методика основана на применении оценки применимости стандарта, направлена на сокращение времени внедрения и предусматривает работу только с документами по стандартизации, рассчитанными на внедрение передовых технологий (ПНСТ).

В результате разработаны стандарты виртуальных испытаний:

ГОСТ Р 71188–2024 Конструкции транспортные. Виртуальные испытательные стенды и порядок проведения испытаний цифровой модели

Разработанные требования позволили создавать цифровые платформы, которые обеспечивают создание и поддержку актуальной информационной модели, сбор и изменение данных и знаний на протяжении всего ЖЦ объекта, отображение актуальной конфигурации объекта на всех этапах его ЖЦ, совместную работу участников проекта, оценку и контроль рисков с использованием диаграммы Ганта, формирование отчётности, анализ проблем, повышение эффективности планирования и контроля процессов, централизованный обмен информацией, отслеживание и мониторинг процессов, предотвращение двойного ввода данных, централизованное управление и мониторинг, масштабируемость и интеграцию в процессы стандартизации с перспективой применения в цифровых фабриках.

В соответствии с действующими в Системе добровольной сертификации «Экспериментально-цифровая платформа сертификации новых конструкционных материалов и изделий» правилами была проведена аттестация трех центров в качестве органов СДС (регистрационный № РОСС RU.32832.04ЭЦПО).

В настоящее время СДС ЭЦП активно развивается. В соответствии с действующими правилами была проведена аттестация трех испытательных лабораторий в качестве органов СДС (Москва, Новосибирск, Волгоград):

- 1-й экспериментально-цифровой центр сертификации: Испытательная лаборатория Центра технологий материалов Сколковского института науки и технологий (АНО ОВО «Сколковский институт науки и технологий»), Аттестат № ТЕСИС.ЭЦП.001.4.000000.001.24 от 15.03.2024;

- 2-й экспериментально-цифровой центр сертификации: Испытательная лаборатория ООО «ИК ЦТО», Аттестат № ТЕСИС.ЭЦП.001.4.000000.002.24 от 15.03.2024;

- 3-й экспериментально-цифровой центр сертификации: Испытательный центр функциональных материалов АНО «ЦИСИС ФМТ», Аттестат № ТЕСИС.ЭЦП.001.4.000000.003.24 от 15.03.2024.

Формируются пять территориальных кластеров для работ по виртуальным испытаниям цифровых моделей объектов дорожной инфраструктуры. Кластеры расположены в Москве, Санкт-Петербурге, Московской, Ленинградской, Новосибирской областях. Следует отметить заинтересованность компаний малого и среднего бизнеса в получении услуг цифровой оценки соответствия продукции.

Проект ЭЦПС направлен на реализацию «Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 года и на период до 2035 года» 10 в части создания системы трансформации и сертификации, основанной на технологиях виртуальных испытаний.

4.3 Методика практического применения программного обеспечения управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции

Уровень управления ресурсами [139-152] является одним из существенных факторов, влияющим на уровень ЦЗ процессам стандартизации [4, 5]. Управление ресурсами создает инфраструктуру для цифровизации, снижает риски и повышает адаптивность организации, что

влияет на результативность. Зависимость носит положительный характер, но требует постоянного развития как технологий, так и управленческих практик.

Проведен анализ нормативных документов в области управления ресурсами [181]. Некоторые стандарты включают критерии, которые могут быть интерпретированы как элементы уровня ЦЗ. Например, ISO 55001:2024 в разделе 7.5 «Документированная информация» и 7.6 «Данные и информация» требует внедрения электронного документооборота и разработку плана сбора, интеграции, повышения качества и обмена данными и информацией, что предполагает использование цифровых систем и применение инструментов работы с данными. Раздел 9.1 «Мониторинг, измерение, анализ и оценка» предусматривает автоматизацию процесса сбора данных, что является ключевым элементом уровня ЦЗ [181].

На основе анализа существующих моделей ЦЗ можно выделить пять уровней ЦЗ [110]. Также для определения уровня управления ресурсами в организации была составлена анкета (Приложение 3) и проведён опрос среди 72 наукоёмких предприятий (Приложение 4).

По результатам опроса (Приложение 3, Таблица 1, 2) выявлено, что распределение итоговой средней оценки ЦЗ деятельности по управлению ресурсами по разделам стандарта ГОСТ Р 55.0.02 колеблется от 52% до 68%, что свидетельствует о том, что средний уровень ЦЗ управления ресурсами низкий, и организации-разработчики стандартов, находятся на середине пути к соответствию компетентному уровню управления ресурсами.

Средний уровень ЦЗ выявлен по критериям оценки, приведенным в работе [181].

Представлена суммарная таблица значений, отражающая планируемый рост показателей, указанный в столбцах «Рост» (Таблица 4.1)

Таблица 4.1 – Планируемый рост показателей управления ресурсами

Раздел ГОСТ Р 55.0.02	Итог	Рост Итог (%)	Анкета 1	Рост Анкета 1 (%)	Анкета 2	Рост Анкета 2 (%)
4 Контекст организации	79	29.5%	77	24.2%	97	59.0%
5 Лидерство	58	11.5%	63	12.5%	-	-
6 Планирование	71	36.5%	78	21.9%	90	55.2%

Раздел ГОСТ Р 55.0.02	Итог	Рост Итог (%)	Анкета 1	Рост Анкета 1 (%)	Анкета 2	Рост Анкета 2 (%)
7 Ресурсы	78	25.8%	76	11.8%	99	45.6%
8 Функционирование	80	17.6%	87	7.4%	90	42.9%
9 Мониторинг, анализ и оценка	79	27.4%	71	12.7%	105	50.0%
10 Улучшения	70	20.7%	82	18.8%	-	-

Распределение итоговой средней оценки числа организаций, планирующих внедрять требования ГОСТ Р 55.0.02 колеблется от 6% до 19%, что свидетельствует о том, что организации испытывают потребность в применении на практике тех или иных практик по ГОСТ Р 55.0.02.

Наиболее высокие показатели намерений организаций внедрять ГОСТ Р 55.0.02 выявлены по следующим направлениям, приведенным в работе [181].

Выявленные показатели управления ресурсами, которые необходимо повышать для достижения целевых уровней ЦЗ [181].

Текущее состояние по результатам опроса можно оценить как средний уровень соответствия ГОСТ Р 55.0.02 — 60.7%, что соответствует уровню 2–3 ЦЗ. Повышение соответствия до 70–80% по ключевым разделам (Планирование, Функционирование, Мониторинг) позволит достичь уровня 4. Показатели по разделам ГОСТ Р 55.0.02 «Лидерство» и «Улучшения» требуют внимания, поскольку их значения являются ограничивающими переход на уровень 5.

Разработаны рекомендации для перехода на более высокие уровни ЦЗ [181]. Установлено, что управление ресурсами это ключевой фактор развития ЦЗ. Без соответствия требованиям ГОСТ Р 55.0.02 (особенно в области лидерства, планирования и мониторинга) предприятия не смогут перейти на уровни ЦЗ 4–5 [181].

Математическая модель показателя ЦЗ представлена в работе [181]. С учётом проведенного опроса предложены мероприятия, которые способствуют достижению целевого уровня ЦЗ (таблица 4.1): Внедрение КПЭ (+6.3%), автоматизация сбора данных (+5.8%), обучение сотрудников (+3.5%).

Целесообразность повышения уровня ЦЗ для организаций-разработчиков стандартов находится в исследовании таких областей, как процедуры сбора, использования, аналитики данных, инструменты обработки больших данных и сервисы, основанные на данных. Процедуры сбора и анализа данных из различных источников, включая информационную инфраструктуру, производственные ИС, позволяет организации принимать решения в режиме реального времени. Поэтому интегрированные и автоматизированные потоки данных необходимы как внутри организации, так и за ее пределами.

Проведенные расчеты показали, что ИТ-инструменты являются важнейшей движущей силой цифровизации. Повышения уровня ЦЗ требует от специалистов высокой цифровой компетентности и культуры для обеспечения цифровизации процесса стандартизации наукоемкой продукции.

4.4 Практические результаты оценки результативности высококачественного процесса стандартизации этапов технического проектирования наукоемкой радиоэлектронной продукции

Стандарт организации — единственный стандарт, утвержденный для совершенствования производства и обеспечения качества продукции. В соответствии с законом «О стандартизации» [8] основная цель разработки стандартов организации – это обеспечение качества продукции и совершенствования производства. Для обеспечения подтверждения качества проводимых научных исследований международным стандартам серии ISO 9001 в РТУ МИРЭА с 2003 года успешно функционирует сертифицированная система менеджмента качества РТУ МИРЭА (СМК РТУ МИРЭА). СМК РТУ МИРЭА – это система менеджмента, разработанная для выполнения политики и целей в области качества, реализации концепции стратегического развития, направленной на достижение высокого качества результатов деятельности. СМК РТУ МИРЭА по своим функциям, целям и решаемым задачам - эффективное средство обеспечения конкурентоспособности научно-технической продукции, разрабатываемой Университетом.

Сертифицированная на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001-2015 СМК РТУ МИРЭА обеспечивает эффективное выполнение НИР и ОКР в интересах государственного заказчика, качество и безопасность научно-технической продукции РТУ МИРЭА в интересах государственного заказчика, снижение риска при коммерциализации результатов НИР и ОКР. В целях обеспечения функционирования СМК РТУ МИРЭА разработаны 29 стандартов организации (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Перечень разработанных стандартов организаций

№	Название документа	Номер СМК МИРЭА
1	Руководство по качеству РТУ МИРЭА	СМК МИРЭА 4.4/01.РД.01-25
2	Анализ рисков РТУ МИРЭА	СМК МИРЭА 6.1/02.СТО.01-25
3	Положение о распределении ответственности и полномочий в области системы менеджмента качества	СМК МИРЭА 5/01.П.01-25
4	Положение о разработке политики и целей в области качества	СМК МИРЭА 5.2_6.2/03.П.01-25
5	Управление средой (контекстом) РТУ МИРЭА	СМК МИРЭА 4/02.СТО.01-25
6	Корректирующие действия	СМК МИРЭА 10.2/02.СТО.01-25
7	Предупреждающие действия	СМК МИРЭА 3/02.СТО.01-25
8	Оценка результативности СМК РТУ МИРЭА	СМК МИРЭА 10.3/02.СТО.01-25
9	Организация сбора, анализа и регистрации данных о качестве научно-технической продукции РТУ МИРЭА	СМК МИРЭА А 9.1.3/02.СТО.01-25
10	Управление несоответствующей продукцией	СМК МИРЭА 8.7/02.СТО.01-25
11	Мониторинг качества	СМК МИРЭА 9.1/02.СТО.01-25
12	Порядок проведения летучего контроля	СМК МИРЭА 8.2.1/03.СТО.01-25
13	Внутренние проверки СМК РТУ МИРЭА	СМК МИРЭА 9.2/02.СТО.01-25
14	Управление аутсорсингом в РТУ МИРЭА	СМК МИРЭА 8.4/03.МИ.01-25
15	Управление собственностью потребителей	СМК МИРЭА 8.5.3/02.СТО.01-25
16	Управление конфигурацией	СМК МИРЭА 8.1.5/02.СТО.01-25
17	Управление инфраструктурой, производственной средой	СМК МИРЭА 7.1.3/02.СТО.01-25
18	Подготовка кадров. Порядок обучения и аттестации работников	СМК МИРЭА 7.1.2/02.СТО.01-25
19	Методика анализа СМК высшим руководством	СМК МИРЭА 9.3/02.СТО.01-25
20	Управления записями	СМК МИРЭА 7.5/02.СТО.02-25
21	Управление документированной информацией	СМК МИРЭА 7.5/02.СТО.01-25
22	Оценка удовлетворенности потребителей	СМК МИРЭА 9.1.2/02.СТО.01-25
23	Управление знаниями в РТУ МИРЭА	СМК МИРЭА 7.1.6/03.СТО.01-25
24	День качества РТУ МИРЭА	СМК МИРЭА 10/02.СТО.01-25
25	Управление изменениями в конструкторской документации	СМК МИРЭА 8.5.6/02.СТО.01-25
26	Порядок планирования, проведения, отчетности и приемки результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в РТУ МИРЭА	СМК МИРЭА 8/03.МИ.01-25

№	Название документа	Номер СМК МИРЭА
27	Оценка поставщиков. Закупки	СМК МИРЭА 8.4/02.СТО.01-25
28	Анализ договоров (контрактов)	СМК МИРЭА 8.2.2/02.СТО.01-25
29	Порядок взаимодействия РТУ МИРЭА с военным представительством	СМК МИРЭА 4.4.6/03.СТО.01-25

Полученные научные и практические результаты используются при обеспечении основного процесса проектирования и разработки НИР и ОКР в системе менеджмента качества научно-исследовательских подразделений РТУ МИРЭА. Инфо-логическая и концептуальная модели процесса являются основой для создания информационной инфраструктуры и цифровой архитектуры управления процессом стандартизации. Они влияют на повышение качества и обеспечивают поэтапный переход к экономике данных. Расчет уровня ЦЗ после внедрения разработанных алгоритмов и моделей позволяет достоверно определить состав параметров, характерный для уровня ЦЗ на этапах ЦТС, что позволило выявить необходимые показатели и их значения для их последующего улучшения и повышения результативности процесса.

Разработанные инструменты управления, основанные на применении методов организации данных, использовались при разработке стандартов организации в системе менеджмента качества РТУ МИРЭА научно-исследовательских подразделений. Разработка стандартов организации, их в РТУ МИРЭА более 40, является неотъемлемой деятельностью обеспечивающих процессов и регулярно подвергается оценке результативности при анализе со стороны руководства. Полученные результаты стали основой рекомендаций по улучшению обеспечивающих процессов проектирования и разработки НИР и ОКР, и системы менеджмента качества, что привело к успешной сертификации СМК.

Разработка стандартов организации обеспечивает качество научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию и совершенствованию средств и методов в области изучения и контроля современной электронной компонентой базы, оказывает услуги в области

обеспечения ИБ, а также оказывает услуги в области излучения и создания наноструктурных объектов, конструкционных материалов и функциональных структур. Оценка результативности процесса стандартизации проектирования наукоемкой радиоэлектронной продукции проводилась при обеспечении выполнения следующих НИОКР: шифр «Грифон (2 этап)», шифр «Защита (2 этап)». Указанные НИОКР проводились в соответствии с требованиями тактико-технических заданий, контрактов и действующих стандартов организации. По завершению работ в ходе сдачи-приемки работ полученные результаты были рассмотрены комиссией, состоящей из представителей исполнителей и Заказчика, подписаны соответствующие акты сдачи-приемке работе. Работы были выполнены и оплачены в полном объеме. Рекламаций и замечаний со стороны Заказчика нет. Разработанные критерии оценки качества «Число отклонений от установленных требований», «Степень выполнения запланированного срока», «Степень достаточности кадрового потенциала для выполнения задач» применялись при ряде экспериментальных исследований в области аппаратно-программного тестирования интегральных микросхем, функционального анализа топологии полупроводниковых кристаллов интегральных микросхем. Результаты и наработанных потенциал позволили сформулировать ряд задач, в интересах потенциальных Заказчиков.

Одним из наиболее сложных и ресурсоемких этапов процесса стандартизации является осуществление разработки, согласования, внесение изменений в стандарт организации. Во многом эта проблема обусловлена ресурсоемкостью организации, уполномоченной на проведение согласования стандартов. Другая составляющая проблемы – несоблюдение графика согласования. В оценке результативности проведем оценку среднего квадратического отклонения для расчета погрешности сроков выполнения одного из этапов процесса стандартизации [122].

При оценке результативности процесса стандартизации есть вероятность недостоверного результата, что влияет на качество данных. Для

минимизации этой вероятности и связанных с ней потерь важно установить оптимальные требования к точности измерений. Качество процесса стандартизации характеризуется несколькими параметрами, которые могут быть связаны или статистически независимы. Каждый из них имеет установленные границы поля допуска.

Методология основана на оценке среднего квадратического отклонения.

Для расчёта были выбраны 29 стандартов и замерены периоды прохождения согласования стандартов (Таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Показатель времени стандартизации

Порядковый номер стандарта	Время прохождения этапа, нед.
1	4
2	12
3	7
4	18
5	6
6	20
7	10
8	4
9	7
10	2
11	11
12	15
13	4
14	9
15	3
16	7
17	14
18	19
19	5
20	8
21	16
22	10
23	13
24	17
25	2
26	4
27	7
28	3
29	12

Проведем оценивание случайной составляющей погрешности S_{x_i} :

$$S_{x_i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_i} (x_i - \bar{x}_i)^2}{n_i(n_i - 1)}} \quad (4.1)$$

Для этого рассчитаем среднюю арифметическую простую для значения времени каждого рассматриваемого стандарта. В результате полученное значение составляет 8,6 недель. Далее определим значения отклонения каждой варианты от средней и возведем в квадрат (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Значения отклонений

Порядковый номер стандарта	Отклонения от средней	Квадрат отклонения
1	-4.59	21.07
2	3.41	11.63
3	-1.59	2.53
4	9.41	88.55
5	-2.59	6.71
6	11.41	130.19
7	1.41	1.99
8	-4.59	21.07
9	-1.59	2.53
10	-6.59	43.43
11	2.41	5.81
12	6.41	41.09
13	-4.59	21.07
14	0.41	0.17
15	-5.59	31.25
16	-1.59	2.53
17	5.41	29.27
18	10.41	108.37
19	-3.59	12.89
20	-0.59	0.35
21	7.41	54.91
22	1.41	1.99
23	4.41	19.45
24	8.41	70.73
25	-6.59	43.43
26	-4.59	21.07
27	-1.59	2.53
28	-5.59	31.25
29	3.41	11.63

Просуммируем полученные значения квадратов отклонения и разделим их на среднюю арифметическую простую для значения времени каждого рассматриваемого стандарта.

$$S_{x_i} = \sqrt{\frac{1183}{812}} \quad (4.2)$$

В итоге получаем средние квадратические отклонения (СКО) $S_{x_i} = 1,2$ или 12%

Выполним оценивание НСП. Для этого возможно выделить виды самих погрешностей и оценим их вероятность (Таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Вероятность погрешностей

№ п/п	Наименование погрешности	%
1.	Отсутствие необходимых ресурсов (специалистов)	4
2.	Невыполнение обязательств (несоблюдение сроков предоставления документов)	3
3.	Низкая квалификация сотрудников	5
4.	Решение руководства	2
5.	Непредвиденная замена документов	1

НСП воспроизводимой единицы величины оценивают по формуле 4.3.

$$\Theta_{\bar{y}}(P) = \pm k \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial f}{\partial \bar{x}_i} \right)^2 \Theta_{\bar{x}_i}^2} \quad (4.3)$$

где k – коэффициент, определяемый выбранной доверительной вероятностью P , числом составляющих НСП и их соотношением.

Значение коэффициента k для доверительной вероятности P , равной 0,99, при числе НСП больше четырех ($m > 4$) принимают равным 1,4 ($k_{0,99}=1,4$).

Для доверительной вероятности $P = 0,95$, значение коэффициента $k_{0,95} = 1,1$

Для каждой погрешности из таблицы 4.6 рассчитаем процент НСП

Таблица 4.6 – Расчет НСП

№ п/п	Наименование погрешности	%	% по формуле
1.	Отсутствие необходимых ресурсов (специалистов)	4	16
2.	Невыполнение обязательств (несоблюдение сроков предоставления документов)	3	9
3.	Низкая квалификация сотрудников	5	25
4.	Решение руководства	2	4
5.	Непредвиденная замена документов	1	1

Таким образом НСП воспроизводимой единицы величины для $P=0,99$ равно 8,2, а для $P=0,95$ равно 10,4.

Доверительные границы суммарной погрешности воспроизводимой единицы величины $\Delta_{\tilde{y},\Sigma}(P)$ рассчитаем по формуле 4.4.

$$\Delta_{\tilde{y},\Sigma}(P) = \pm K_{\Sigma} S_{\tilde{y},\Sigma} \quad (4.4)$$

Определим также коэффициент Стьюдента как равный 2,2.

Среднее квадратическое отклонение НСП (формула 4.5).

$$S_{\Theta_{\tilde{y}}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \Theta_{\tilde{x}_i}^2}{3}} \quad (4.5)$$

Полученные расчеты позволяют вычислить значение коэффициента, определяемого доверительной вероятностью и отношением случайных погрешностей и НСП K_{Σ} (формула 4.6).

$$K_{\Sigma} = \frac{(t S_{\tilde{y}} + \Theta_{\tilde{y}})}{(S_{\tilde{y}} + S_{\Theta_{\tilde{y}}})} \quad (4.6)$$

Получаем $K_{\Sigma} = 2,35$.

Таким образом, СКО НСП, равно 18%.

Суммарное СКО воспроизводимой единицы величины $S_{\tilde{y},\Sigma}$, обусловленное воздействием случайных погрешностей и НСП, рассчитаем по формуле 4.7

$$S_{\tilde{y},\Sigma} = \sqrt{S_{\tilde{y}}^2 + S_{\Theta_{\tilde{y}}}^2} \quad (4.7)$$

и получим его равным 49,5%.

Рассчитаем стандартную неопределенность измерений при воспроизведении единицы величины эталоном, оцениваемую по типу А по формуле 4.8.

$$u_A(\bar{x}_i) = \sqrt{\sum_{q=1}^{n_i} \frac{(x_{iq} - \bar{x}_i)^2}{n_i(n_i - 1)}} \quad (4.8)$$

где x_{iq} – q -й результат измерений i -й входной величины;

n_i – число результатов измерений;

$\bar{x}_i$ – среднее арифметическое значение результатов измерений i -й входной величины.

Стандартная неопределенность, рассчитанная по типу А при этом, составляет 20.

Рассчитаем стандартную неопределенность измерений при воспроизведении единицы величины эталоном, оцениваемую по типу В по формуле 4.9.

$$u_B(\bar{x}_i) = \frac{a_i}{\sqrt{3}} \quad (4.9)$$

Стандартная неопределенность, рассчитанная по типу В при этом, составляет 1,73.

В результате проведенного исследования с расчетом оценки погрешностей и неопределённостей, суммарной стандартной неопределенности, с учетом коэффициента Стьюдента выявлено, что этап согласования в среднем будет выполнен за 8,6 недель с погрешностью 18% [123]. Данный показатель позволяет сделать вывод, что для более точной оценки погрешности необходим больший массив данных, содержащий оцениваемые значения, что также связано с необходимостью вести базу данных, содержащую данные показатели для расчетов СКО. Также чем больше будет получено показателей на этапах стандартизации, тем с большей вероятностью эти показатели можно будет применять в системе мониторинга с возможностью осуществления прогнозной аналитики.

Таким образом, чем меньше СКО погрешности измерения, тем ниже риски. Если СКО контролируемых параметров растёт, то это приводит к увеличению рисков. Если погрешность измерения распределена по равномерному закону, то риски максимальны.

Рассчитаем разработанный показатель результативности для процессов стандартизации после применения разработанных моделей и алгоритмов.

Таблица с описанием параметров и количеством процессов представлена в приложении 2.

Проведем расчет по формулам 4.10-4.12, описание которых приведено в главе 2.

$$HPU = \frac{22}{47} = 0,3 \quad (4.10)$$

$$HPDP = \frac{0,3}{1} = 0,3 \quad (4.11)$$

$$HPMDP = 0,3 \cdot 10^6 = 300000 \quad (4.12)$$

Таким образом, показатель HPMDP=300000, что означает наличие 30% процессов, не соответствующих нормативным требованиям в части сроков разработки до проведения оптимизации.

Из таблицы приложения 2 определяем, что средний срок ожидания времени составляет 13 дней. По таблице 3.3 определяем, что это соответствует от 1,6 σ до 2,0 σ , и соответствует нормативному времени ожидания.

Приведенный анализ результатов оценки качества применения усовершенствованных инструментов на основе расчета показателя ETD позволяет сделать вывод, что предложенные требования и рекомендации вносят существенные положительные изменения в существующую практику моделирования процессов, в том числе и с применением инструментов цифровизации.

Проведем расчёты ЦЗ после внедрения моделей и алгоритмов. Получен уровень 2,81. Проведенный расчёт значений суммарного уровня ЦЗ позволяет установить повышение уровня ЦЗ на 19,4% (формула 4.13).

$$M = \frac{2,6 + 3,17 + 2,85 + 2,62}{4} = 2,81 \quad (4.13)$$

По результатам расчётов на рисунке 4.2 представлен уровень ЦЗ по четырем параметрам.

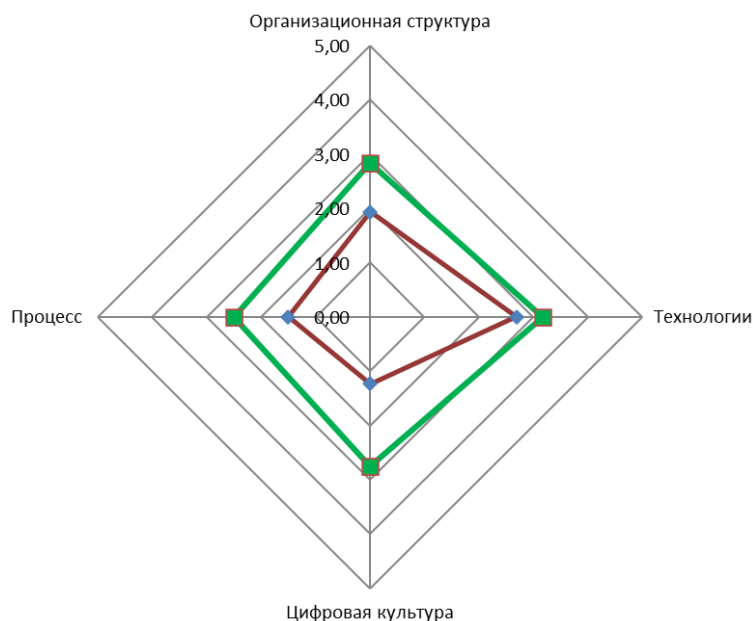


Рисунок 4.2 – Уровень ЦЗ после применения разработанных моделей и алгоритмов в сравнении с исходным уровнем

Внедрение инфо-логической и концептуальной моделей и алгоритмов позволило сократить время выполнения процесса стандартизации на 1,18 месяца, что показано на графиках на рисунке 4.3. Разработанная инфо-логическая модель обеспечила цифровизированное построение графиков и осуществление мониторинга процесса с регистрацией изменений.

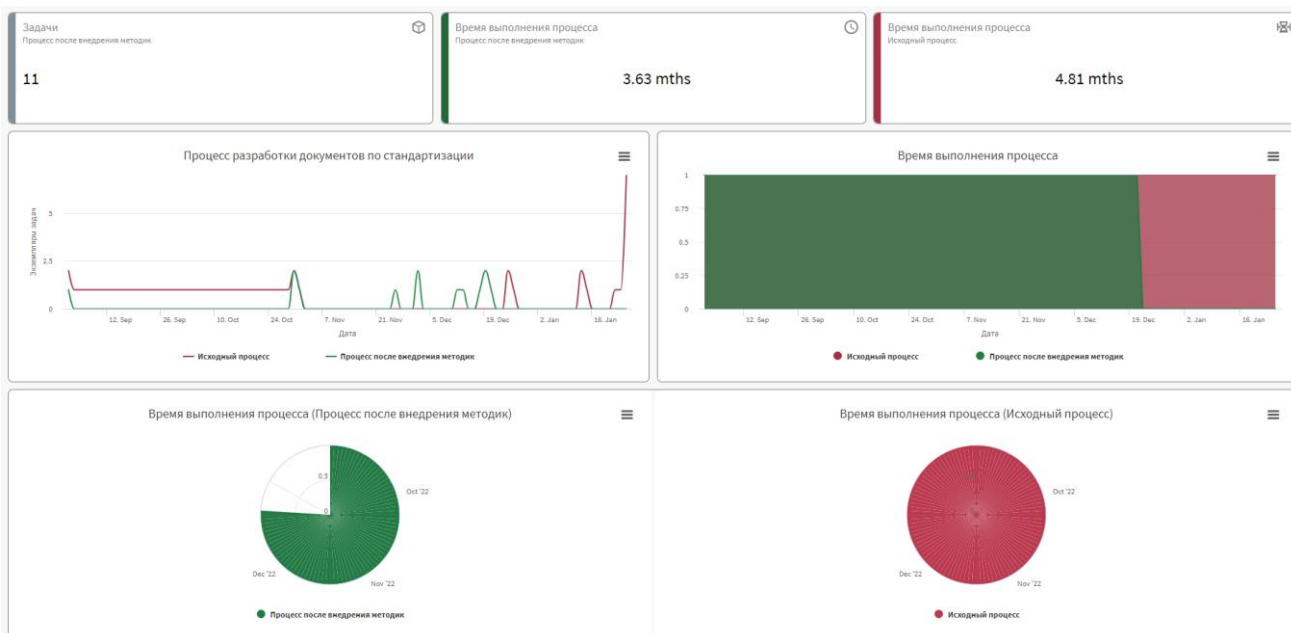


Рисунок 4.3 – Практическое применение алгоритма инфо-логического моделирования управления качеством процесса стандартизации наукоемкой продукции

Применение моделей и алгоритмов позволяет повысить результативность процесса стандартизации при проектировании наукоемкой радиоэлектронной продукции на 4,3 % и разработать улучшения СМК в целом. [127].

Полученные научные и практические результаты применяются в учебном процессе РТУ МИРЭА при разработке фундаментальной дисциплины «Стандартизация в управлении качеством на предприятии» магистрантов по направлениям подготовки:

15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

15.04.06 «Мехатроника и робототехника».

Предложенные в работе инфо-логическая, концептуальная модели, а также алгоритм оценки уровня ЦЗ применялись при подготовке материалов по дисциплинам:

- разработка дидактического материала по темам занятий;
- написание текстов лекций;
- разработка планов семинарских, лабораторных занятий;
- подготовка и проведение открытых занятий;
- организация и планирование профессионально-ориентированной деятельности в соответствии с производственной необходимостью;
- участие в организации научно-исследовательской работы студентов, подготовке докладов конференций, конкурсов.

Разработанные материалы имеют междисциплинарный характер и могут быть использованы в учебных дисциплинах и образовательных программах по другим направлениям: «Основы процессного и системного подхода в СМК», «Понятие процессного подхода в СМК. Основные определения», «Менеджмент процессов в СМК. Документирование процессов», «Оценка результативности процессов», 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств по дисциплине «Обеспечение качества жизненного цикла электронных средств».

Выводы по главе 4

1. Представлены результаты практического применения применения программного обеспечения расчета критериев качества процесса стандартизации наукоемкой продукции. Показаны результаты применения ПО, обеспечивающие расчет и визуализацию оценки качества процесса стандартизации наукоемкой продукции.

2. Представлены практические результаты цифровизированного управления качеством стандартизации технологий наукоемких полимерных композиционных материалов. С применением цифровизированного управления разработаны стандарты, включающие методику стандартизации компьютерных моделей, позволяющая сократить большой объем натурных испытаний для материалов и изделий, получаемых по классическим технологиям. Благодаря разработке стандартов проведена аттестация трех центров сертификации по виртуальным испытаниям компьютерных моделей.

3. Представлены результаты практического применения программного обеспечения управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции на основе критериев качества. Установлена зависимость повышения ЦЗ организаций от степени внедрения стандартов управления ресурсами. В частности, основными требованиями стандарта ГОСТ Р 55.0.02, являются: разработка стратегического плана управления активам (60% опрошенных предприятий); проведение анализа видов и последствий ошибок (50%); планирование работ по снижению последствий ошибок и их предупреждению (50%).

5. С участием автора разработаны и внедрены в учебный процесс РТУ МИРЭА стандарты организации обеспечения основного процесса разработки НИР и ОКР в СМК научно-исследовательских подразделений РТУ МИРЭА, результаты работы используются при изучении дисциплины «Стандартизация в управлении качеством на предприятии» магистрантов по направлениям подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», 15.04.06 «Мехатроника и робототехника».

ОБЩИЕ ВЫВОодЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Проведен системный анализ современных научных исследований по методам и инструментам управления качеством процесса стандартизации в соответствии с требованиями к разработке стандартов наукоемкой продукции, что позволило классифицировать методы и инструменты управления в 5 групп, и научно-обоснованы направления совершенствования инструментов цифровизации управления качеством процесса стандартизации.

2. Разработаны логико-информационная модель сложного бизнес-процесса, инфо-логическая модель обработки данных и концептуальная модель управления качеством сложного процесса стандартизации наукоемкой продукции, что позволило принимать научно-обоснованные решения на этапах процесса стандартизации наукоемкой продукции.

3. Разработан алгоритм расчета критериев качества процесса и научно-обоснован их выбор для стандартизации наукоёмкой продукции.

4. Разработать алгоритм оценки цифровой зрелости организации-разработчика стандартов, что обеспечило гармонизацию с реферативными базами данных терминов по составу и свойствам новой наукоемкой продукции, что обеспечило повышения уровня цифровой зрелости организации-разработчика стандартов на 19,4 %;

5. Разработана архитектура, режимы функционирования и методики применения программного обеспечения расчета значений научно-обоснованных критериев качества и управления результативностью процесса стандартизации наукоемкой продукции, что позволило сократить время выполнения процесса стандартизации на 36 дней.

6. Представлены результаты практического применения разработанного программного обеспечения управления качеством процесса стандартизации новых наукоемких полимерных композиционных материалов и новых интегральных микросхем. Рекомендуется использовать результаты

диссертационного исследования при формировании стратегий развития стандартизации в области виртуальных испытаний полимерных композиционных материалов как наукоёмкой области стандартизации, соответствующей уровням сложности объектов стандартизации 7-10. Также рекомендуется дальнейшее развитие данного научного направления в исследовании разработки прикладных программных продуктов для цифровизации управления качеством процесса стандартизации наукоемкой продукции, исследовании стратегического управления производственными системами для технического регулирования и национальной системы стандартизации в условиях цифровой трансформации.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор глубоко признателен своим коллегам, в том числе коллективу кафедры проблем управления Института искусственного интеллекта РТУ МИРЭА и в целом РТУ МИРЭА, а также ФГБУ «Институт стандартизации» за переданный опыт, а также за содействие при проведении исследований, при подготовке рукописи и обсуждении результатов работы.

Автор выражает отдельную благодарность за проведение консультаций при подготовке работы: д.т.н., профессору Ю.В. Будкину, к.т.н., доценту, Ю.Ю. Черемухиной, д.т.н., профессору В.А. Фролову, академику РАН, д.т.н., профессору В.П. Мешалкину, к.э.н., доценту А.Н. Барыкину.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

API	– программный интерфейс приложения
BPDM	– метамодель определения бизнес-процесса
BPM	– концепция управления организацией, представляющая деятельность предприятия как совокупность процессов
BPMN	– метод нотации моделирования бизнес-процессов
BPMS	– ПО для поддержки концепции BPM
DMI	– критерий уровня ЦЗ
ERP	– программный комплекс для управления компанией
NIST EAM	– модель архитектуры предприятия национального института стандартов и технологий
SBVR	– семантика бизнес-лексики и бизнес-правил
АИС	– автоматизированная информационная система
АИС МГС	– интегрированная автоматизированная информационная система Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации;
АРМ	– автоматизированное рабочее место
АС	– автоматизированная система
БД	– база данных
БП	– бережливое производство
ГОСТ	– межгосударственный стандарт
ГОСТ Р	– национальный стандарт Российской Федерации
ГРНТИ	– государственный рубрикатор научно-технической информации
ЕАЭС	– евразийский экономический союз
ЕИП	– единое информационное пространство
ЖЦ	– жизненный цикл
ИБ	– информационная безопасность
ИИ	– искусственный интеллект
ИПС	– интегрированная платформа стандартизации
ИС	– информационная система
ИСО	– Международная организация по стандартизации

ИТ	– информационные технологии
КМ	– компьютерное моделирование
КПЭ	– ключевые показатели эффективности
МГС	– межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации
МО	– машинное обучение
МС	– международный стандарт
МТК	– межгосударственный технический комитет по стандартизации
МЭК	– международная электротехническая комиссия
НД	– нормативный документ
НСП	– неисключенная систематическая погрешность
НСС	– национальная система стандартизации
ОКС	– общероссийский классификатор стандартов
ПКМ	– полимерные композиционные материалы
ПНС	– программа национальной стандартизации
ПНСТ	– предварительный национальный стандарт
ПО	– программное обеспечение
ПТК	– проектный технический комитет по стандартизации
ПКМ	– полимерные композиционные материалы
СУБД	– система управления базами данных
СЭДО	– система электронного документооборота
ТК	– технический комитет по стандартизации
УДК	– универсальная десятичная классификация
ФГИС	– федеральная государственная информационная система
ФОИВ	– федеральный орган исполнительной власти
ЦТС	– цифровая трансформация стандартизации
ЦЗ	– цифровая зрелость
ЧМ	– численное моделирование
ЯМП	– язык моделирования процесса

ГЛОССАРИЙ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ

Аналитика (аналитика данных) – составная концепция, охватывающая комплектование данных, сбор данных, проверку данных, обработку данных, включая количественную оценку данных, визуализацию данных, документирование данных, интерпретацию и прогнозирование данных (ГОСТ Р ИСО/МЭК 20546-2021).

Архитектура – фундаментальная организация системы, реализованная в ее компонентах, их взаимосвязях друг с другом и с окружающей средой, и руководящие правила проектирования и развития системы. (ГОСТ Р 59797—2021).

Архитектура данных – описание структуры и взаимодействия основных типов и источников данных, логических активов данных, физических активов данных и ресурсов управления данными организации (ГОСТ Р 71484.1—2024 (ИСО/МЭК 5259-1:2024)).

Бизнес-процесс – частично упорядоченный, часто вложенный, набор видов деятельности организации, которые следует исполнять для получения желаемого результата, стремясь достичь заданной цели организации или части организации (ГОСТ Р ИСО 15704–2022).

Блок транзакций – данные, содержащие набор из одной или нескольких снабжённых отметками времени транзакций и, возможно, дополнительную информацию (Дорожная карта развития «Сквозной» цифровой технологии «Системы распределенного реестра»).

Визуализация – использование компьютерной графики и обработки изображений для представления моделей или характеристик процессов или объектов для поддержки человеческого понимания (ГОСТ Р 71484.1–2024 ИСО/МЭК 5259-1:2024).

Данные – интерпретируемое представление информации в соответствующей форме, удобной для передачи, интерпретации и обработки (ГОСТ Р ИСО 8000-2–2019).

Декомпозиция процесса – метод последовательной детализации процессов более высокого уровня на процессы более низкого уровня с целью обеспечения возможности моделирования протекания процессов высокого уровня с помощью процессов нижележащего уровня (ГОСТ Р 53633.4-2015).

Домен – среда или контекст, которые определены политикой безопасности, моделью безопасности или архитектурой безопасности и могут включать в себя группу ресурсов системы и группу субъектов, имеющих право на доступ к ресурсам (ГОСТ Р 56205-2014).

Единое информационное пространство (ЕИП) – совокупность баз и банков данных, технологий их ведения и использования, информационно-телекоммуникационных систем и сетей, функционирующих на основе единых принципов и по общим правилам, обеспечивающим информационное взаимодействие организаций и пользователей, а также удовлетворение их информационных потребностей (ГОСТ Р 10.00.00.01-2025).

Жизненный цикл – набор различных фаз и шагов внутри фаз, которые объект проходит с момента своего создания до прекращения своего существования (ГОСТ Р 71842-2024).

Журнал событий – Объект (файл в электронном виде) или их совокупность в информационной (автоматизированной) системе, предназначенный (предназначенные) для хранения записей о событиях (ГОСТ Р 59548-2022).

Индустрия 4.0 – концепция, которая предназначена для создания правил цифрового описания для технического объекта и изменения его состояния на протяжении всего его жизненного цикла в виде модели эталонной архитектуры Индустрии 4.0 "RAMI4.0". Цель этой модели - представить технический объект и все аспекты, относящиеся к нему, от его разработки, производства и использования вплоть до его утилизации. Компонент Индустрии 4.0 обеспечивает цифровое описание объекта, что позволяет виртуально представлять этот объект (ГОСТ Р 59799-2021).

Инструмент – средство осуществления действий, направленных на решение определенных задач или достижение определенной цели (ГОСТ Р 56407 –2015).

Инструмент моделирования – совокупность правил и требований моделирования (ГОСТ Р 58539-2019).

Интеллектуальный анализ данных (извлечение знаний из данных) – вычислительный процесс, который выявляет закономерности и тенденции посредством анализа количественных данных в разных разрезах и с различных точек зрения; проводит их категоризацию и сводит воедино потенциальные взаимосвязи и воздействия процесса прогнозирования данных (ГОСТ Р 71476-2024).

Интероперабельность – способность двух или более информационных систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена (ГОСТ Р 55062-2021).

Инфо-логическая модель (данных, процесса) – описание структуры и поведения (динамики) данных, процесса в терминах, естественных и понятных пользователям разрабатываемой системы баз данных и учитывающих характер их информационных потребностей. Инфо-логическое представление о данных, процессе определяет лишь информационные потребности разрабатываемой системы, отображает особенности данных, процесса, не затрагивая вопроса о способах отображения соответствующих данных в памяти ЭВМ. Инфологическая модель существует независимо от реализации системы, в частности, от выбора инструментария СУБД (Головчинер М. Н. и др. Базы данных: Основные понятия, модели данных, процесс проектирования: учебное пособие. – 2009.).

Информационная модель – модель, в которой сведения о процессе представлены в виде совокупности наборов данных и отношений между ними (ГОСТ Р 10.00.00.01-2025).

Информационная система – совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств (ГОСТ Р 57486-2017).

Информационное моделирование процесса – комплексный анализ и синтез информации о процессе путем формирования, ведения, использования и управления его информационной моделью на всем его жизненном цикле, в том числе на отдельных фазах, стадиях и этапах (ГОСТ Р 10.00.00.01-2025).

Качество данных – свойство данных соответствовать требованиям организации к данным в конкретных условиях (ГОСТ Р 71484.1-2024).

Консистентность данных – согласованность данных друг с другом, целостность данных, а также внутренняя непротиворечивость, определяется моделью/структурой данных (ПНСТ 791-2022).

Концептуальная модель — устанавливает общую структуру и совокупность определений для описания концепций, и взаимосвязей между сущностями в системе. Концептуальная модель должна быть общей, абстрактной и простой (ГОСТ Р 70924— 2023).

Машинопонимаемое содержание (SMART-стандарта) – содержание SMART-стандарта, предназначенное для реализации машиноориентированных информационных сервисов, а также для непосредственного выполнения в другой информационной системе без участия человека (ПНСТ 864-2023).

Метамодель – модель, описывающая совокупность моделей (ГОСТ Р 58539-2019).

Метод – систематизированная совокупность шагов, действий, которые необходимо предпринять, чтобы решить определенную задачу или достичь определенной цели (ГОСТ Р 56407 –2015).

Модель процесса – совокупность участников, ролей, процессов, процедур и регламентов, функционирование которых позволяет достигнуть конечных результатов в части управления процессом, представленная с помощью языка моделирования (ГОСТ Р 56715.2-2015).

Набор данных – идентифицируемая совокупность данных (ГОСТ Р 57668–2017).

Наука о данных – извлечение практических знаний из данных посредством исследования или создания и проверки гипотез (ГОСТ Р ИСО/МЭК 20546-2021).

Наукоемкая продукция – товары (работы, услуги), производимые (выполняемые, оказываемые) на основе использования новых научных знаний и технологий, полученных в результате проведения научных исследований и разработок. Наукоемкая продукция включает в себя в том числе высокотехнологичную продукцию (Указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 г. № 145).

Неструктурированные данные – данные, характеризующиеся отсутствием какой-либо структуры, кроме структуры на уровне записи или файла (ГОСТ Р ИСО/МЭК 20546-2021).

Нотация моделирования бизнес-процессов (Business Process Model and Notation, BPMN) – нотация для создания диаграмм бизнес-процессов, которая разработана для упрощенного понимания всеми пользователями (ГОСТ Р 57310-2016).

Образец процесса – Отдельное конкретное выполнение процесса с возможностью идентификации (ГОСТ Р ИСО/МЭК 33001-2017).

Онтология – спецификация конкретных (абстрактных) сущностей и отношений между ними в рассматриваемой предметной области знаний (ГОСТ Р 58539-2019).

Оценка цифровой зрелости – процесс диагностики и оценки текущего состояния систем, организаций, процессов, наборов данных с точки зрения системы критериев, обеспечивающей конкурентоспособность в области информационных технологий (Р 1323565.1.057-2024).

Рабочий процесс – одно или несколько последовательных действий, необходимых для создания результата, соответствующего правилам управления (ГОСТ Р ИСО 15489-1-2019).

Реестр – совокупность данных, в том числе в электронном виде, структурированных и хранимых в целях их учёта, поиска, обработки и контроля (Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «системы распределенного реестра»).

Результативность – степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов (ГОСТ ISO 9000-2011)

Система управления базами данных (СУБД) – совокупность программных и языковых средств, обеспечивающих управление базами данных (ГОСТ 34.321-96)

Стандарт – документ, в котором для добровольного и многократного применения устанавливаются общие характеристики объекта стандартизации, а также правила и общие принципы в отношении объекта стандартизации, за исключением случаев, если обязательность применения стандартов устанавливается Федеральным законом «О стандартизации в Российской Федерации» (Федеральный закон от 29.06.2015 N 162-ФЗ);

Структурированные данные – данные, организованные на основе predetermined (применимого) набора правил (ГОСТ Р ИСО/МЭК 20546-2021).

Тип информационной модели представления данных (модель данных) – формальное описание объектно-ориентированной иерархии, правил преобразований и отношений типов данных в информационной модели (иерархическая, сетевая, реляционная) (ГОСТ Р 10.00.00.01–2025).

Тип данных – совокупность объектов данных установленной структуры и набора допустимых операций над этими объектами (ГОСТ Р ИСО/МЭК 20546–2021).

Транзакция – наименьшая единица рабочего процесса обмена информацией и/или другими ресурсами между двумя или более пользователями или информационными системами (ГОСТ Р ИСО 15489-1-2019).

Умный (SMART) стандарт (SMART-стандарт) – совокупность данных, содержащихся в стандарте, представленных в машиночитаемом, машиноинтерпретируемом и машинопонимаемом форматах (ПНСТ 864-2023).

Уровень зрелости процесса – степень, до которой процесс определен, управляем, измеряем, контролируем и эффективен (ПНСТ 670-2022).

Цепь записи данных (Блокчейн) – реестр, данные в который записываются блоками таким образом, что каждый новый блок включает информацию о предыдущем блоке (МР 26.4.001-2018).

Цикл управления "Планируй - Делай - Проверь - Действуй" (PDCA: Plan - Do - Check - Act) – цикл, позволяющий организации обеспечивать ее процессы необходимыми ресурсами, осуществлять их менеджмент, определять и реализовывать возможности для улучшения (ГОСТ Р 57522–2017).

Цифровая зрелость – комплексный показатель цифрового развития процессов и моделей деятельности организации, учитывающий новые цифровые технологические возможности, внедрение цифровых технологий, оптимизацию операционных процедур, изменения устоявшихся моделей и форматов взаимодействия (Р 1323565.1.057-2024).

Цифровые инструменты – пакеты прикладных программных (аппаратно-программных) средств, информационных систем, программных продуктов и сервисов, а также различные виды и системы управления базами данных, используемых для управления процессом с целью повышения его результативности за счет информационных и коммуникационных технологий сбора, обработки, передачи и представления информации, обеспечивающие инжиниринг бизнес-процессов (Мешалкин В. П. Основы интенсификации и ресурсоэнергоэффективности химико-технологических систем – Смоленск : Принтэкспресс, 2021. – 442 с.).

Цифровая трансформация (цифровизация) – это современное направление принципиального обеспечения интенсификации, а также

повышения ресурсоэнергоэффективности и экологической безопасности производств предприятий и цепей поставок в условиях «Индустрии 4.0», «Общества 5.0», цифровой экономики и круговой экономики. Компании принимают цифровизацию как инструмент преобразования их бизнес-процессов, а также инструмент стимулирования развития инноваций, реинжиниринга бизнес-процессов (Мешалкин В. П. Основы интенсификации и ресурсоэнергоэффективности химико-технологических систем – Смоленск : Принтэкспресс, 2021. – 442 с.).

Цифровизация управления – компьютеризированное управление (Мешалкин В. П. Основы интенсификации и ресурсоэнергоэффективности химико-технологических систем – Смоленск : Принтэкспресс, 2021. – 442 с.).

Цифровые технологии – технологии, относящиеся к следующим группам: большие данные и передовая аналитика, искусственный интеллект (включая машинное обучение), технологии дополненной и виртуальной реальности, робототехника, беспилотные транспортные средства и летательные аппараты, новые производственные технологии (включая аддитивные технологии), технологии цифрового проектирования, моделирования и управления жизненным циклом продуктов и/или услуг, технологии беспроводной связи, спутниковые технологии связи, промышленная беспроводная связь), квантовые технологии (вычисления, коммуникации, сенсоры и метрология), интернет вещей, облачные технологии (вычисления, хранение данных), мобильные технологии (с использованием мобильных устройств) и социальные сети (Методические рекомендации по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием, 2023)

Язык моделирования (ЯМП) – язык или нотация, используемые для моделирования аспектов рассматриваемой предметной области (ГОСТ Р 58539-2019).

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Туровец Ю. В., Вишневский К. О. Стандартизация цифрового производства: возможности для России и ЕАЭС //Бизнес-информатика. – 2019. – Т. 13. – №. 3. – С. 78-96.
2. Шалаев А. П. Реформирование системы стандартизации в РФ: нормативно-правовое обеспечение //Стандарты и качество. – 2017. – №. 4. – С. 14-16.
3. Позднеев Б. М., Бабенко Е.В. Консолидация деятельности ТК в цифровой промышленности // Стандарты и качество. – 2024. – № 2. – С. 26-31. – DOI 10.35400/0038-9692-2024-2-8-24. – EDN BXZBDE
4. ПНСТ 791–2022 Численное моделирование динамических рабочих процессов в социотехнических системах. Качество модели. М.: Российский институт стандартизации. 2022. – 16 с.
5. ПНСТ 670–2022 Численное моделирование динамических рабочих процессов в социотехнических системах. Требования к ИТ архитектуре процессов. М.: Российский институт стандартизации. 2022. – 16 с.
6. Фаттахов Х. И., Силенов М.А. Актуальные вопросы и перспективы инновационного развития промышленных технологий в современных условиях // Петербургский экономический журнал. – 2023. – № 4. – С. 113-122. – EDN AQIDFJ
7. Полянсков Ю. В., Железнов О. В., Липатова С. В., Ярдаева М. Н. Комплексная модель оценки деятельности предприятия как элемент развития системы управления цифровым производством // Цифровизация как драйвер роста науки и образования: монография. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская Ирина Игоревна), 2020. – С. 111-136.
8. Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации» № 162-ФЗ от 29.06.2015

9. Барыкин А. Н., Икрянников В. О., Будкин Ю. В. Национальная система стандартизации Российской Федерации. Принципы, цели, задачи, прогноз развития : Монография. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. – 191 с. – (Научная мысль). – ISBN 978-5-16-015771-9. – DOI 10.12737/1058023. – EDN CTZCMJ.

10. Аршунина М. Г. Современные автоматизированные информационно-управляющие системы для оптимизации бизнес-процессов наукоемких предприятий // Петербургский экономический журнал. – 2023. – № 2. – С. 33-43. – EDN XAHFPS

11. Будкин Ю. В. Обеспечение информационных систем и процессов разработки и внедрения наукоемкой техники межотраслевыми комплексами стандартов. Часть 1. Единая система стандартов автоматизированных систем управления // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2023. – № 1(71). – С. 30-34. – EDN GOTUGZ.

12. Будкин Ю. В. Обеспечение информационных систем и процессов разработки и внедрения наукоемкой техники межотраслевыми комплексами стандартов. Часть 2. Система «Информационные технологии» // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2023. – № 2(72). – С. 4-13. – EDN J WVPLW.

13. Рожков В. А., Скворцова Е. Б. Тектология почвенной мегасистемы (общность организации и анализа данных) // Почвоведение. – 2009. – №. 10. – С. 1155-1164

14. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Синергетика: Нелинейность времени и ландшафты коэволюции. М.: КомКнига, 2007. – 272 с.

15. Мустафин И. Р. Обеспечение качества продукции на машиностроительных предприятиях Горьковской области в 1950-1970-е годы //Вестник Нижегородского института управления. – 2019. – №. 4. – С. 30-33.

16. Вышков В. А., Артемьев Б.Г. Техническое регулирование: безопасность и качество // Москва : Стандартинформ, 2007. – ISBN 5-7050-0492-3. – EDN QMFMWN.
17. Хуснуллина А. Д. Законы Хаммурапи в Древнем Вавилоне //Аллея науки. – 2018. – Т. 2. – №. 5. – С. 785-787.
18. Гейтс Б. «Бизнес со скоростью мысли» Книга. – 2016.
19. Чеботарев В. Г., Громов А. И. Эволюция подходов к управлению бизнес-процессами //Бизнес-информатика. – 2010. – №. 1. – С. 14-21.
20. Язвенко П. В., Воронов М. П. Развитие системы менеджмента качества и ее современное состояние: научный обзор //Научное обозрение. Технические науки. – 2016. – №. 4. – С. 140-148
21. Fakhar Manesh M. et al. Knowledge Management in the Fourth Industrial Revolution: Mapping the Literature and Scoping Future Avenues // IEEE Transactions on Engineering Management. – 2020. – p. 1-12. – doi: 10.1109/tem.2019.2963489
22. Мелешко Ю. В. Индустрия 4. 0-новая промышленная политика Германии: теоретическая основа и практические результаты //Экономическая наука сегодня. – 2018. – №. 8. – С. 80-93.
23. Лapidус В. А. Тенденции развития менеджмента: качество 4.0 //Методы менеджмента качества. – 2022. – №. 1. – С. 8.
24. Денискина А. Р., Денискин Ю.И., Рахманов М.Л. Методы менеджмента качества в системах организации производства на основе сквозных цифровых технологий и искусственного интеллекта. – Москва : Издательство МАИ, 2023. – 168 с. – ISBN 978-5-4316-1143-8. – EDN DFZTCG.
25. Азаров В. Н., Чекмарев А.В. Качество в цифровой экономике. Новые компетенции // Петербургский экономический журнал. – 2023. – № 3. – С. 33-40. – EDN OMLYFO

26. Akhmatova M. S. et al. Integrating quality management systems (TQM) in the digital age of intelligent transportation systems industry 4.0 //Transportation Research Procedia. – 2022. – Т. 63. – С. 1512-1520
27. Козловский В. Н., Благовещенский Д. И., Клейменов С. И., Шахов Н. Р. Управление качеством в эпоху цифровой трансформации // Автомобильная промышленность. – 2021. – № 2. – С. 1-6. – EDN HDPJWN.
28. Тареева Е. Д., Тарасова Е. А., Пяткова Е. В., Лузик А.Д., Антипов Д.В. Автоматизация процессов в вопросах управления качеством // Отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества в машиностроении : IV Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием: сборник докладов, Тула, 18–20 апреля 2023 года. – Тула: Тульский государственный университет, 2023. – С. 324-326. – EDN AАНDBK.
29. Ляпунцова Е. В. Стандартизация и управление качеством продукции в новых условиях формирования шестого технологического уклада //Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – №. 7. – С. 267-270.
30. Бойцов Б. В., Рахманов М. Л., Савельев А. Г. [и др.]. Стандартизация в Российской Федерации: учебное пособие – Орёл : Издательство «Картуш», 2023. – 128 с. – ISBN 978-5-9708-1077-4. – EDN GUQKYK
31. ISO 32000-1:2008 Document management — Portable document format — Part 1: PDF 1.7
32. ISO 32000-2:2020 Document management — Portable document format — Part 2: PDF 2.0
33. Whitehouse K. Adobe Acrobat at 20: Successes, Second Guesses, and a Few Miscues //The Seybold Report. – 2021. – Т. 21. – №. 8. – С. 6-7
34. Зажигалкин А. В., Пугачев В. М., Петросян А. Е. Цифровая экономика и будущее стандартизации //Стандарты и качество. – 2017. – №. 9. – С. 30-34

35. Спирина Т.Н. О "Бересте", "Пергаменте" и информационной системе в стандартизации // Стандарты и качество. – 2022. – № 3. – С. 24-27. – DOI 10.35400/0038-9692-2022-3-251-21. – EDN XDSLQB.

36. Приказ Росстандарта от 28.03.2012 N 190 «О функционировании интегрированной автоматизированной информационной системы Межгосударственного Совета по стандартизации метрологии и сертификации (АИС МГС)»

37. Миронов Д. Е. О развитии Российского института стандартизации // Стандарты и качество. – 2022. – № 10. – С. 16-21. – EDN GUXVQC.

38. Будкин Ю. В. Цифровизация в стандартизации // Стандарты и качество. – 2024. – № 5. – С. 38-39. – EDN FIPEOK.

39. Окрепилов В.В., Максимцев И.А., Горбашко Е.А., Зажигалкин А.В., Миронов Д.Е. Стандартизация в условиях цифровой трансформации: учебник. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2024. – 219 с. – ISBN 978-5-7310-6402-6. – EDN CGGSCP.

40. Сизов В. А., Киров А. Д. Разработка моделей аналитической системы обработки данных для мониторинга ИБ объекта информатизации, использующего облачную инфраструктуру //Russian Technological Journal. – 2021. – Т. 9. – №. 6. – С. 16-25

41. Сергеев С. Ф. Методология оценки эволюционирующих социотехнических систем с искусственным интеллектом // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2022. – Т. 23. – №. 4. – С. 171-176.

42. Гарбук С. В. Метод оценки влияния параметров стандартизации на эффективность создания и применения систем искусственного интеллекта // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2022. – № 3(67). – С. 4-14. – EDN HCNISD.

43. Миронов Д. Е. Основные направления цифровой трансформации стандартизации // Стандарты и качество. – 2023. – № 10. – С. 42-43. – DOI 10.35400/0038-9692-2023-10-264-23. – EDN AQIBTD
44. Миронов Д. Е. Основные направления цифровой трансформации стандартизации. Часть 2 // Стандарты и качество. – 2024. – № 4. – С. 58-61. – EDN UJBAKE
45. Миронов Д. Е. Основные направления цифровой трансформации стандартизации. Часть 3 // Стандарты и качество. – 2024. – № 5. – С. 34-36. – EDN UNDSQZ
46. Осипов Г.А., Аверина Ю.М., Куценко А.С. Цифровизация жизненного цикла национального стандарта // Успехи в химии и химической технологии. – 2023. – Т. 37, № 4(266). – С. 155-157. – EDN BBTANN.
47. Саламатов В. Ю., Ватолкина Н. Ш., Дробышев Д. А., Сапожникова П. Н. Цифровая трансформация в сфере стандартизации для повышения международной конкурентоспособности России //Российский внешнеэкономический вестник. – 2023. – №. 6. – С. 7-29
48. Бурый А. С. Цифровые двойники как основа парадигмы развития прикладных информационных систем // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2022. – № 6(70). – С. 24-32. – EDN QYXRBY.
49. Миронов Д. Е., Саламатов В. Ю., Ватолкина Н. Ш. [и др.] Определение границ цифровой трансформации технического регулирования ЕАЭС // Стандарты и качество. – 2023. – № 9. – С. 40-45. – DOI 10.35400/0038-9692-2023-9-205-23.
50. Барыкин А. Н., Колесник А.Ю. Методика оценки вовлеченности федеральных органов исполнительной власти в отраслевую стандартизацию // Стандарты и качество. – 2023. – № 2. – С. 12-17. – DOI 10.35400/0038-9692-2023-2-317-22. – EDN VJEGQY.
51. «Нефтегазстандарт-2022»: импортнезависимость начинается со стандартизации // Стандарты и качество. – 2022. – № 12. – С. 14-16.

52. Недзвецкий М. Ю., Гоготишвили Д. М., Елфимов А. В., Балванович А. В. Повышение оперативности рассмотрения стандартов. Пример использования современных информационных технологий // Стандарты и качество. – 2023. – № 9. – С. 48-53
53. Шпер В. Л. Инструменты качества и не только! Часть 1. Обзор //Методы менеджмента качества. – 2020. – №. 11. – С. 56-61,
54. ISO 10009:2024 Quality management — Guidance for quality tools and their application [Текст]. ISO, 2022. 49 с.
55. Постникова Е. С., Полещук А. К. Разработка информационной системы инструментального обеспечения производства (ИС ИОП) опытных образцов высокотехнологичной продукции машиностроения //Инновации в менеджменте. – 2022. – №. 2. – С. 56-63.
56. Антипов Д. В., Савич Е. К., Губанова О. Г. Цифровизация процесса разработки технологической документации с использованием методологии FMEA // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2022. – Т. 10, № 1. – С. 2-5. – DOI 10.18503/2306-2053-2022-10-1-2-5. – EDN USTRMA.
57. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. М.: Стандартиформ. 2019. – 54 с.
58. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. М.: Стандартиформ. 2020. – 32 с.
59. Владимирцев А. В., Дзедик В. А., Чайка И. И., Семененко Ю. М. ISO 9001:2025 уже в пути. Что нас ожидает? // Стандарты и качество. – 2024. – № 7. – С. 54-58. – EDN AEGUAR.
60. Шереметьева С. А. Модель цикла PDCA - основа новых методологий управления качеством // Стандарты и качество. – 2024. – № 13. – С. 62-69. – EDN QUPXDU.
61. ISO 8000-61:2016 Data quality – Part 61: Data quality management: Process reference model [Текст]. Введ. 2016-11-17. ISO, 2016. 28 с.

62. Князев А. В. Современное состояние нормативной базы по стандартизации управления качеством данных // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 5. – С. 92-97. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-5-92-93. – EDN QZMAKI

63. Бурый А. С., Погодин И.М. Оценка качества больших данных часть 1. Основные понятия и метрики // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2024. – № 3(78). – С. 49-58. – EDN JRZLDS

64. Бурый А. С., Погодин И.М. Оценка качества больших данных. Часть 2. Модели данных // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2024. – № 4(79). – С. 24-32

65. Головин С. А., Лоцманов А. Н., Тихомиров С. Г. Интегрированная платформа стандартизации: информационные технологии // Стандарты и качество. – 2023. – № 9. – С. 60-65. – EDN DRQWDZ.

66. Харитонов Е. А. Влияние человеческого фактора на систему менеджмента качества // Материалы конференций ГНИИ " Нацразвитие". Ноябрь 2017. – 2017. – С. 215-220.

67. ГОСТ Р 1.14-2017 Стандартизация в Российской Федерации. Программа национальной стандартизации. Требования к структуре, правила формирования, утверждения и контроля за реализацией. М.: Стандартинформ. 2018. – 16 с.

68. Иванов А. В., Кучеров Ю. Н., Самков В. М. Актуальные направления развития системы технического регулирования в России и Евразийском экономическом союзе // Энергетическая политика. – 2017. – №. 2. – С. 27-38.

69. Фёдоров И. Г. Методология создания исполняемой модели и системы управления бизнес-процессами // М.: МЭСИ. – 2015.

70. Денисова О. А. Стандарт на SMART-стандарт: документ в деталях // Стандарты и качество. – 2023. – № 10. – С. 44-48. – EDN AREAND.

71. Денисова О. А., Дмитриева С. Ю. ПТК 711 «Умные (SMART) стандарты»: подводим промежуточные итоги // Стандарты и качество. – 2024. – № 6. – С. 62-67. – DOI 10.35400/0038-9692-2024-6-128-24. – EDN DYYFZI
72. Дмитриева С. Ю., Кубишин О.И., Керимова В.В. Архитектура и форматы данных в SMART-стандартах: введение // Стандарты и качество. – 2024. – № 3. – С. 34-38. – EDN MERNEN.
73. Будкин Ю.В., Шолкин В.Г. Вызовы мировой экономики и новая стратегия развития стандартизации // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2021. № 5 (63). С. 4–7.
74. Буряк Ю.И., Калинин В.Л., «Информационная поддержка принятия решений в задачах управления производством авиационных двигателей при наличии системы автоматизированного сбора данных»/ Вестник компьютерных и информационных технологий, № 6, 2012.
75. Князев А. В., Черемухина Ю. Ю. Нормативно-методическое обеспечение стандартизации технологии блокчейн //Омский научный вестник. – 2023. – №. 2 (186). – С. 91-96.
76. Naden C. Blockchain technology set to grow further with international standards in pipeline. 2017. URL: <https://www.iso.org/news/Ref2188.htm> (дата обращения: 14.02.2023).
77. Standards by ISO/TC 307 Blockchain and distributed ledger technologies. URL: <https://www.iso.org/committee/6266604/x/catalogue/p/0/u/1/w/0/d/0> (дата обращения: 14.02.2023).
78. Об утверждении предварительного национального стандарта Российской Федерации: приказ Росстандарта от 18 ноября 2022 г. № 124-пнст. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1300082051?section=text> (дата обращения: 21.02.2023).
79. Knyazev A., Cheremukhina J. Regulatory and Methodological Support for the Mixed Reality Technology in Education // 2022 2nd International

Conference on Technology Enhanced Learning in Higher Education (TELE). 2022. P. 37–39. DOI: 10.1109/TELE55498.2022.9801029

80. Князев А.В., Черемухина Ю.Ю. Проблематика стандартизации по обеспечению развития метавселенных // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 4: Промышленные технологии. 2022. № 4. С. 61-67.

81. Бурматова Е. К., Ледянкина Д. А., Усков Н. А., Хамукале М. Э. Метавселенная: переход в виртуальную реальность // Общество - наука - инновации: сборник статей Международной научно-практической конференции, Ижевск, 12 ноября 2021 года. Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2021. С. 19-21.

82. Шкарупета Е.В., Колесникова В.Б., Белянцева О.М. Метавселенная как пространственный цифровой двойник в Индустрии 5.0 // Экосистемы в цифровой экономике: драйверы устойчивого развития. 2021. С. 96 - 116.

83. Зуев А. С., Зуева А. Н., Леонов Д. А. Технологии дополненной реальности как новый источник конкурентных преимуществ продукции машиностроения // Российский технологический журнал. 2020. Т.8. № 1 (33) С. 9 - 20.

84. Бурцева Д. Я., Петров Р. В. Управление и обработка виртуальной реальности в сотрудничестве с нейросистемами (триггер фактор в психологии) // Приоритетные направления развития спорта, туризма, образования и науки: сборник материалов международной научно-практической конференции, Нижний Новгород, 12 ноября 2020 года. Нижний Новгород: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2021. С. 621-627.

85. Князев А.В., Черемухина Ю.Ю. Проблематика использования цифровых технологий в процессе управления разработкой стандартов [Электронный ресурс] // Национальная научно-практическая конференция "Цифровизация техносферы: научный подход", 2022. URL:

<https://zen.yandex.ru/video/watch/629e71cc1011f805fcd930cb> (Дата обращения: 31.10.2022);

86. О создании технического комитета по стандартизации «Программно-аппаратные средства технологий распределенного реестра и блокчейн»: приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2017 г. № 2831. URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/activity/documents/orders#/order/30715> (дата обращения: 21.02.2023).

87. Адлер Ю.П., Шпер В.Л. Практическое руководство по статистическому управлению процессами. М.: Альпина Паблишер, 2019. - 234 с.

88. Громов А. И., Фляйшман А., Шмидт В. Управление бизнес-процессами: современные методы : Монография. – 1-е изд.. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 367 с.

89. Пожидаев Р. Г. Эволюция управления бизнес-процессами и реализация инициатив по совершенствованию бизнес-процессов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2020. – №. 3. – С. 122-132.

90. ГОСТ Р 57700.37-2021 Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения, М. Российский институт стандартизации, 2021, 15 с.

91. Sidnev A., Tuominen J., Krassi B. Business process modeling and simulation. – 2005.

92. Сергеев С. Ф. Методология оценки эволюционирующих социотехнических систем с искусственным интеллектом //Мехатроника, автоматизация, управление. – 2022. – Т. 23. – №. 4. – С. 171-176.

93. Кельчевская Н. Р., Колясников М. С. Использование больших данных в стратегическом управлении знаниями компании, следующей трендам Индустрии 4.0 //Лидерство и менеджмент. – 2020. – Т. 7. – №. 3. – С. 405-426.

94. ГОСТ Р 59925-2021 Информационные технологии. Большие данные. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению, М. Российский институт стандартизации, 2022, 16 с.

95. Бегишев И. Р., Жарова А. К., Громова Е. А., Залоило М. В., Филипова И. А., Шутова, А. А. «Цифровой поворот» в правовых исследованиях //Journal of Digital Technologies and Law. – 2024. – Т. 2. – №. 1. – С. 7-13.

96. Фёдоров И. Г. Метод отображения исполняемой модели бизнес-процесса в сети Петри //Статистика и экономика. – 2013. – №. 4. – С. 178-183.

97. Колб А. А. Оценка качества бизнес-процессов организации: методические решения // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2017. – Т. 7, № 4(25). – С. 296-307. – EDN YPKJYP.

98. ГОСТ Р ИСО 13053-1-2015 Статистические методы. Количественные методы улучшения процессов "Шесть сигм". Часть 1. Методология DMAIC, Москва, Стандартинформ, 2020, 36 с.

99. Coskun, A., Oosterhuis, W. P., Serteser, M., & Unsal, I. Sigma metric or defects per million opportunities (DPMO): the performance of clinical laboratories should be evaluated by the Sigma metrics at decimal level with DPMOs //Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM). – 2016. – Т. 54. – №. 8. – С. e217-e219.

100. Будкин Ю. В., Фролов В. А., Князев А. В. Метод выбора показателей качества изделий в условиях неполной информации о результатах испытаний образцов аналогичного функционального назначения // Технология машиностроения. – 2022. – № 6. – С. 43-50.

101. Гарина Е. П., Гарин А. П. Использование современных методов управления качеством для повышения результативности производства сложного продукта //Вестник НГИЭИ. – 2017. – №. 11 (78). – С. 111-119

102. Герасимова Е.Б., Герасимов Б.И., Гудошников В.В., Сизикин А.Ю., Стреха А.А. Феноменология стандартизации: этюды-2016.; Под науч.

ред. Б.И. Герасимова, Е.Б. Герасимовой. – Москва : Издательство «Русайнс», 2017. – 220 с. – ISBN 978-5-4365-1738-4. – EDN YYTSTP.

103. Князев А. В., Черемухина Ю. Ю. Применение системы мониторинга и прогнозирования в автоматизации процесса разработки документов в области стандартизации // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 1. – С. 258-267. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-1-258-259. – EDN JAQFII

104. Haryanti T., Rakhmawati N. A., Subriadi A. P. The extended digital maturity model. Big Data and Cognitive Computing, 7 (1), 17. – 2023., Haryanti T. et al. The Design Science Research Methodology (DSRM) for self-assessing digital transformation maturity index in Indonesia //2022 IEEE 7th International Conference on Information Technology and Digital Applications (ICITDA). – IEEE, 2022. – С. 1-7.

105. Bumann J., Peter M. Action fields of digital transformation—a review and comparative analysis of digital transformation maturity models and frameworks //Digitalisierung und andere Innovationsformen im Management. – 2019. – Т. 2. – №. November. – С. 13-40.

106. Gökalp E., Martinez V. Digital transformation capability maturity model enabling the assessment of industrial manufacturers //Computers in Industry. – 2021. – Т. 132. – С. 103522.

107. Özcan-Top Ö., Demirors O. Application of a software agility assessment model–AgilityMod in the field //Computer Standards & Interfaces. – 2019. – Т. 62. – С. 1-16.

108. Becker J., Knackstedt R., Pöppelbuß J. Developing maturity models for IT management: A procedure model and its application //Business & information systems engineering. – 2009. – Т. 1. – С. 213-222.

109. Клячкин В. Н. Многомерный статистический контроль процессов // Стандарты и качество. – 2024. – № 13. – С. 70-81. – EDN DAMANZ.

110. Павлова Е.И., Харламова Т.Л. Анализ управленческих стратегий цифровой трансформации, обеспечивающих развитие современных

организаций // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2023. – № 3-2(141). – С. 114-120

111. ГОСТ Р ИСО/МЭК 33003-2017 Информационные технологии. Оценка процесса. Требования к системам измерения процесса, Москва, Стандартинформ, 2017, 20 с.

112. Маруцак Л. И. Обработка данных, измеренных в шкале Лайкерта, с помощью теории нечетких множеств // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине. – 2015. – С. 880-881.

113. Князев А. В., Черемухина Ю. Ю. Разработка показателей оценки эффективности системы мониторинга процесса разработки документов по стандартизации с применением информационных технологий // Омский научный вестник. – 2024. – № 2(190). – С. 37-42. – DOI 10.25206/1813-8225-2024-190-37-42. – EDN UNJJRW.

114. Бурый А. С. Структуризация систем мониторинга информационных ресурсов // Правовая информатика. – 2023. – № 1. – С. 52-61. – DOI 10.21681/1994-1404-2023-1-52-61. – EDN CGGBLC.

115. ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта, М.:Стандартинформ, 2019, 42с.

116. ГОСТ Р ИСО 7870-7-2023 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 7. Многомерные контрольные карты, М.: Российский институт стандартизации, 2023, 28 с.

117. Аршунина М. Г. Современные автоматизированные информационно-управляющие системы для оптимизации бизнес-процессов наукоемких предприятий // Петербургский экономический журнал. – 2023. – № 2. – С. 33-43. – EDN XAHFPS.

118. Козловский В. Н., Юнак Г. Л., Благовещенский Д. И., Сорокин А. Г. Статистическое управление качеством продукции и сложных процессов // Стандарты и качество. – 2021. – № 10. – С. 98-104. – EDN DNPQSR.

119. Пирогов В. В., Рагуткин А. В., Сидоров М. И., Ставровский М. Е. Некоторые аспекты создания и согласования цифровых двойников изделий и

производства // Технология машиностроения. – 2020. – № 4. – С. 54-60. – EDN RPLQUP.

120. Об утверждении предварительного национального стандарта Российской Федерации: приказ Росстандарта от 11 июля 2023 г. № 22-пнст. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1302270878> (дата обращения: 21.11.2023)

121. Шадрин И. В., Дьячук П. П., Бажин Д. С. Динамические компьютерные тесты учебной деятельности. Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2015. – 216 с

122. ГОСТ 8.381-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Эталоны. Способы выражения точности, М. Стандартиформ, 2009, 24 с.

123. Вышлов В. А., Артемьев Б. Г. Техническое регулирование: безопасность и качество. М. : Стандартиформ, 2007. - 690 с. - Библиогр.: с. 679-686. - ISBN 5-7050-0492-3.

124. ISO/IEC/IEEE 24765:2017 «Systems and software engineering — Vocabulary»

125. Дружинин И. Без швов. Как решить главную проблему корпоративных блокчейн-решений // Ассоциация Финтех. URL: https://www.fintechru.org/publications/bez-shvov-kak-reshit-glavnuyu-problemu-dlya-korporativnykh-blokcheyn-resheniy/?sphrase_id=5389 (дата обращения: 21.02.2023).

126. Будкин Ю. В., Таллер С. Л., Князев А. В. Совершенствование общетехнических систем межгосударственных стандартов на базе современных информационных технологий // Сварочное производство. – 2020. – № 1. – С. 36-44.

127. Саидзода П. Х. Математико-статистическая модель и номографическое представление расчёта параметров регрессионного уравнения устойчивого функционирования учебного процесса //

Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2021. – № 1(53). – С. 31-39. – EDN EAFZFFZ.

128. Будкин Ю. В., Фролов В. А., Князев А. В. Методологический подход к оформлению технических требований в области аддитивного производства // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2021. – № 6(64). – С. 4-11.

129. Фролов В. А., Князев А. В., Будкин Ю. В. Алгоритмы искусственного интеллекта в естественных и искусственных источниках излучения часть 3. Лазерное излучение // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2022. – № 6(70). – С. 42-48.

130. Мешалкин В. П. Основы интенсификации и ресурсоэнергоэффективности химико-технологических систем – Смоленск : Принтэкспресс, 2021. – 442 с. – ISBN 978-5-91812-201-3. – EDN TNYNVO.

131. Миронов Д.Е. Совершенствование информационного обеспечения в системе технического регулирования на основе цифровой трансформации: дис. канд. техн. наук. Санкт-Петербург. 2024. 163 с.

132. Рагуткин А.В. Методология исследования связей моделей цифровых машиностроительных производств: дис. д. техн. наук. Москва. 2023. 317 с.

133. Одинокоев С.А. Методология управления качеством процесса производства быстрозакаленных материалов на стадиях прикладных исследований: дис. д. техн. наук. Санкт-Петербург. 2023. 284 с.

134. Чихладзе З.Д. Разработка инструментов поддержки принятия решений по управлению техническим обслуживанием на местах эксплуатации машин и оборудования: дис. канд. техн. наук. Москва. 2023. 162 с.

135. Бабенко Е.В. Стандартизация процессов цифровой трансформации машиностроительных производств: дис. канд. техн. наук. Москва. 2025. 164 с.

136. Юрин Д.С. Совершенствование инструментов обеспечения качества процесса разработки рабочей конструкторской документации авиационной техники: дис. канд. техн. наук. Москва. 2023. 152 с.

137. Иванов М.В. Модели и методики цифровизации систем менеджмента качества наукоемкого производства: дис. канд. техн. наук. Москва. 2025. 157 с.

138. ГОСТ Р 55.0.00-2014 «Управление ресурсами. Национальная система стандартов. Основные положения».

139. Федеральный закон от 31.12.2014 № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации».

140. Отчет об устойчивости развития и экологической ответственности: годовой отчет ПАО «ИНТЕР ПАО» за 2014 год. – М.: 2014.

141. Лучшие из первых. Компания СУЭК получила первый в СНГ сертификат соответствия стандарту ISO55001:2014// PROSTOEV.NET: электронный ресурс. 2017. 02 окт. 33. UIC Railway Application Guide. Practical implementation of Asset Management through ISO55001;

142. Барыкин А. Н. Мультимодальная стандартизация в Российской Федерации. Подходы к исследованию и ретроспективный анализ // Стандарты и качество. – 2025. – № 2. – С. 16-23. – DOI 10.35400/0038-9692-2025-2-283-24. – EDN MSODAV.

143. Окрепилов В. В. Эволюция качества – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургская издательско-книготорговая фирма "Наука", 2008. – 744 с. – ISBN 978-5-02-025322-3. – EDN QTGRBZ.

144. Азгальдов Г. Г., Костин А. В. Восемь шагов к инновационной экономике //Инновации. – 2009. – Т. 11.

145. Костогрызов А. И., Нистратов А. А. Анализ угроз злоумышленной модификации модели машинного обучения для систем с искусственным интеллектом //Вопросы кибербезопасности. – 2023. – №. 5. – С. 57.

146. Марков А. С., Шеремет И. А. Безопасность программного обеспечения в контексте стратегической стабильности //Вестник Академии военных наук. – 2019. – №. 2. – С. 82-90.

147. Мандраков Е. С., Васильев В.А. Модель оценки качества корпоративных информационных систем, в соответствии с системами менеджмента качества, на производственных предприятиях // Качество. Инновации. Образование. – 2024. – № 3(191). – С. 53-62. – DOI 10.31145/1999-513x-2024-3-53-62. – EDN EUGQJV.

148. Белобрагин В. Я., Дзедик В.А. Будущее ISO 9001 // Стандарты и качество. – 2021. – № 7. – С. 34-39. – DOI 10.35400/0038-9692-2021-7-34-39. – EDN IKWLXF.

149. Саламатов В. Ю., Аронов И. З., Рыбакова А. М. Влияние «Индустрии 4.0» на международную торговлю //Российский внешнеэкономический вестник. – 2024. – №. 1. – С. 7-22.

150. Азгальдов Г. Г., Гличев А. В. Квалиметрия-наука об измерении качества продукции //Стандарты и качество. – 2007. – №. 4. – С. 62-63.

151. Гастев А. К. Стандартизация как наука //Стандарты и качество. – 2020. – №. 1. – С. 50-52.

152. Дубовиков Б. А. Основы научной организации управления качеством: опыт применения и теоретические обоснования системы организации бездефектного труда. – Экономика, 1966.

153. Гнеденко, Б. В. Математика и контроль качества продукции. – Изд. 2-е, испр.. – Москва : URSS, 2007. – 61 с. – ISBN 978-5-382-00192-0. – EDN QJSBMN.

154. Сейфи Т. Ф., Ярошенко А. И., Бакаев В. И. Система КАНАРСПИ-гарантия высокого качества //М.: Изд-во стандартов. – 1968.

155. Бойцов В. В. Научные основы комплексной стандартизации технологической подготовки производства //М.: Машиностроение. – 1982. – Т. 319.

156. Азаров В. Н., Бойцов Б. В., Гудков Ю. И., Майборода В. П. Вызовы эпохи цифровой революции. Новые компетенции // Компетентность. – 2017. – № 9-10(150-151). – С. 46-57. – EDN ZXLUVJ.

157. Версан В. Г. Кризис в стандартизации систем менеджмента причины. Пути выхода // Стандарты и качество. – 2009. – № 3. – С. 78-83. – EDN MURBYP.

158. Бенцман Б. Л., Ларин В. М., Герман И. М. Резервы, качество, эффективность // Саратов: Приволжское книжное издательство. – 1973.

159. Адлер Ю. П., Жулинский С. Ф., Шпер В. Л. Проблемы применения методов статистического управления процессами на отечественных предприятиях // Методы менеджмента качества. – 2009. – №. 9. – С. 34-38.

160. Мигачев Б. С. Конкурентоспособность : Учебное пособие. – Москва : Академия стандартизации|метрологии и сертификации, 2009. – 65 с. – EDN XMQIBT.

161. Шестопад Ю. Т., Дорофеев, В. Д. Дресвянников, В. А., Щетинина Н. Ю. Стратегический менеджмент // учебник.–М.: КноРус. – 2013. – Т. 320.

162. Васильев В. А., Каландаришвили Ш. Н., Новиков В. А., Одинокое С. А. Управление качеством и сертификация. – Москва : ООО "Интернет Инжиниринг", 2002. – 416 с. – ISBN 5-89594-075-7. – EDN WZCZAF.

163. Коваленко В. В., Клочков А. Я., Левина Т. А. Автоматизация основных функций систем менеджмента качества // Машиностроение и компьютерные технологии. – 2016. – №. 7. – С. 107-114.

164. Боровков А. И., Лысенко Л. В., Биленко П. Н. Цифровое производство : Методы, экосистемы, технологии. – Москва : Автономная некоммерческая образовательная организация высшего профессионального образования «Сколковский институт науки и технологий», 2017. – 80 с. – EDN YPAFFJ.

165. Князев А. В. Методическое обеспечение управления качеством данных, применяемых в процессах разработки документов по стандартизации // Петербургский экономический журнал. – 2024. – № 3. – С. 15-27. – EDN DQIQES.

166. Петров Д. Ю., Мешалкин В. П. Модели и методы повышения эффективности энергоресурсоэффективных автоматизированных многостадийных производств высококачественного листового стекла // Математические методы в технологиях и технике. – 2021. – № 10. – С. 124-127. – DOI 10.52348/2712-8873_MMTT_2021_10_124. – EDN MJEYFE.

167. Мешалкин В. П. Основы интенсификации и ресурсоэнергоэффективности химико-технологических систем – Смоленск : Принтэкспресс, 2021. – 442 с. – ISBN 978-5-91812-201-3. – EDN TNYNVO.

168. Мешалкин В. П., Мошев Е. Р., Белов В. Д. Ромашкин М.А., Власов В.Г., Шницляйн М.Г. Логико-информационные модели процессов технического обслуживания котельных установок химико-технологических систем // Теоретические основы химической технологии. – 2022. – Т. 56, № 1. – С. 111-127. – DOI 10.31857/S0040357122010109. – EDN JTAYET.

169. Мешалкин В. П., Шинкевич А. И., Прокофьева Т. А., Аристов В.М., БАРСЕГЯН Н.В. Цифровизированные организационные структуры и логистика энергоресурсоэффективных кластеров нефтегазохимического комплекса – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – 177 с. – ISBN 978-5-907679-45-0. – EDN GPFBVU.

170. Князев А. В., Будкин Ю.В. Совершенствование методов оценки цифровой зрелости на основе применения стандартов в области управления ресурсами // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2025. – № 3(84). – С. 10-17.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

«Результаты составления таблицы исходных данных нормативных сроков и
времени отклонения исходного процесса стандартизации»

№ п/п	Вид документа	Гармонизация	Время разработки, нед. (норматив.)	Время разработки, нед. (факт.)	Отклонение, нед.	Коэфф.
1	ГОСТ Р	IDT	32	35	3	21
2	ГОСТ Р	MOD	32	36	4	28
3	Р	Нет	32	30	-2	-14
4	ПНСТ	IDT	32	32	0	0
5	ГОСТ Р	Нет	32	32	0	0
6	ГОСТ Р	Нет	32	32	0	0
7	ГОСТ Р	MOD	32	34	2	14
8	ГОСТ Р	IDT	32	32	0	0
9	ГОСТ Р	NEQ	32	36	4	28
10	Р	Нет	32	33	1	7
11	Р	Нет	32	32	0	0
12	ПНСТ	IDT	32	30	-2	-14
13	ПНСТ	IDT	32	30	-2	-14
14	ПНСТ	IDT	32	30	-2	-14
15	ПНСТ	IDT	32	30	-2	-14
16	ПНСТ	Нет	32	32	0	0
17	ПНСТ	Нет	32	32	0	0
18	ПНСТ	Нет	32	32	0	0
19	ПНСТ	Нет	32	32	0	0
20	ПНСТ	Нет	32	32	0	0
21	ПНСТ	Нет	32	32	0	0
22	ГОСТ	Нет	32	32	0	0
23	ГОСТ Р	Нет	32	28	-4	-28
24	ГОСТ Р	Нет	32	28	-4	-28
25	ГОСТ Р	Нет	32	28	-4	-28
26	ГОСТ Р	Нет	32	28	-4	-28
27	ГОСТ Р	Нет	32	28	-4	-28
28	ГОСТ Р	Нет	32	28	-4	-28
29	ГОСТ Р	Нет	32	36	4	28
30	ГОСТ	Нет	32	52	20	140
31	ГОСТ Р	MOD	32	48	16	112
32	ГОСТ Р	MOD	32	49	17	119
33	ГОСТ Р	MOD	32	48	16	112
34	ГОСТ Р	MOD	32	45	13	91
35	ГОСТ Р	MOD	32	50	18	126
36	ГОСТ Р	MOD	32	49	17	119
37	ГОСТ Р	MOD	32	47	15	105
38	ГОСТ Р	MOD	32	49	17	119
39	ГОСТ Р	MOD	32	45	13	91
40	ГОСТ Р	MOD	32	40	8	56
41	ГОСТ Р	IDT	32	35	3	21
42	ГОСТ Р	IDT	32	36	4	28
43	ГОСТ Р	IDT	32	33	1	7
44	ГОСТ Р	IDT	32	34	2	14
45	ГОСТ Р	IDT	32	32	0	0
46	ГОСТ Р	IDT	32	35	3	21
47	ГОСТ Р	IDT	32	35	3	21
48	ГОСТ Р	Нет	32	36	4	28
49	ГОСТ Р	Нет	32	40	8	56
50	ГОСТ Р	Нет	32	40	8	56
51	ГОСТ Р	Нет	32	40	8	56
52	ГОСТ Р	Нет	32	40	8	56
53	ГОСТ Р	Нет	32	40	8	56
54	ГОСТ Р	Нет	32	40	8	56

№ п/п	Вид документа	Гармонизация	Время разработки, нед. (норматив.)	Время разработки, нед. (факт.)	Отклонение, нед.	Коэфф.
55	ГОСТ Р	Нет	32	40	8	56
56	ГОСТ Р	Нет	32	40	8	56
57	ГОСТ Р	Нет	32	40	8	56
58	ГОСТ Р	Нет	32	40	8	56
59	ПНСТ	IDT	32	33	1	7
60	ПНСТ	IDT	32	33	1	7
61	ПНСТ	IDT	32	33	1	7
62	ПНСТ	IDT	32	33	1	7
63	ГОСТ Р	NEQ	32	34	2	14
64	ГОСТ Р	NEQ	32	35	3	21
65	ГОСТ Р	NEQ	32	38	6	42
66	ГОСТ Р	NEQ	32	38	6	42
67	ГОСТ Р	NEQ	32	38	6	42
68	ГОСТ Р	NEQ	32	38	6	42
69	ГОСТ Р	MOD	32	36	4	28
70	ГОСТ Р	MOD	32	36	4	28
71	ГОСТ Р	MOD	32	36	4	28
72	ГОСТ Р	MOD	32	36	4	28
73	ГОСТ Р	MOD	32	36	4	28
74	ГОСТ Р	MOD	32	36	4	28
75	ГОСТ Р	MOD	32	36	4	28
76	ГОСТ Р	MOD	32	45	13	91
77	ГОСТ Р	MOD	32	46	14	98
78	ГОСТ Р	Нет	32	46	14	98
79	ГОСТ Р	Нет	32	46	14	98

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

«Результаты применения разработанного программного обеспечения для
расчета нормативных сроков и времени отклонения процесса стандартизации»

№ п/п	Вид документа	Гармонизация	Время разработки, нед. (норматив.)	Время разработки, нед. (факт.)	Отклонение, нед.	Кэфф.
1	ГОСТ Р	IDT	32	35	3	21
2	ГОСТ Р	MOD	32	36	4	28
3	ПНСТ	IDT	32	33	1	7
4	ПНСТ	IDT	32	32	0	0
5	ПНСТ	IDT	32	32	0	0
6	ГОСТ Р	Нет	32	32	0	0
7	ГОСТ Р	MOD	32	34	2	14
8	ГОСТ Р	IDT	32	32	0	0
9	ГОСТ Р	NEQ	32	36	4	28
10	ГОСТ Р	Нет	32	45	13	91
11	ГОСТ Р	Нет	32	34	2	14
12	ПНСТ	IDT	32	31	-1	-7
13	ГОСТ Р	Нет	32	32	0	0
14	ГОСТ Р	Нет	32	30	-2	-14
15	ПНСТ	IDT	32	32	0	0
16	ПНСТ	Нет	32	32	0	0
17	ПНСТ	Нет	32	32	0	0
18	ПНСТ	Нет	32	43	11	77
19	ПНСТ	Нет	32	32	0	0
20	ПНСТ	Нет	32	32	0	0
21	ПНСТ	Нет	32	40	8	56
22	ГОСТ	Нет	32	38	6	42
23	ГОСТ Р	Нет	32	32	0	0
24	ГОСТ Р	Нет	32	32	0	0
25	ГОСТ Р	Нет	32	35	3	21
26	ГОСТ Р	Нет	32	32	0	0
27	ГОСТ Р	Нет	32	32	0	0
28	ГОСТ Р	Нет	32	32	0	0
29	ГОСТ Р	Нет	32	32	0	0
30	ПНСТ	IDT	32	35	3	21
31	ГОСТ Р	MOD	32	33	1	7
32	ГОСТ Р	MOD	32	34	2	14
33	ГОСТ Р	MOD	32	35	3	21
34	ГОСТ Р	MOD	32	36	4	28
35	ГОСТ Р	MOD	32	38	6	42
36	ПНСТ	Нет	32	32	0	0
37	ПНСТ	Нет	32	32	0	0
38	ГОСТ Р	MOD	32	39	7	49
39	ГОСТ Р	MOD	32	39	7	49
40	ПНСТ	Нет	32	33	1	7
41	ПНСТ	Нет	32	33	1	7
42	ГОСТ Р	IDT	32	33	1	7
43	ГОСТ Р	IDT	32	32	0	0
44	ПНСТ	Нет	32	32	0	0
45	ПНСТ	Нет	32	32	0	0
46	ГОСТ Р	IDT	32	32	0	0
47	ГОСТ Р	IDT	32	32	0	0

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

«Анкета анализа использования ресурсов организации-разработчика стандартов
для выполнения процесса стандартизации наукоемкой продукции»

Таблица 1– Ответы предприятий на вопросы по управлению активами

№	Вопрос	"Да" в %	"Нет" в %	"План" в %
4 Контекст организации				
1	Известны ли цели организации менеджерам, управляющим активами?	61	39	0
2	Определено ли, что ценности организации достигаются благодаря сбалансированности затрат, рисков и производительности, связанных с активами?	72	17	11
3	Описаны ли внешние и внутренние особенности организации, влияющие на эксплуатацию и техническое обслуживание активов?	56	22	22
4	Описаны ли требования заинтересованных сторон, влияющие на Управление ресурсами?	44	33	22
5	Определены ли критерии (показатели) для принятия решений по управлению активами?	67	22	11
6	Определено ли как оценивается эффективность активов?	50	39	11
7	Существует ли Политика управления ресурсами?	28	44	28
8	Установлены ли Цели управления ресурсами, согласованные с целями организации?	72	17	11
9	Разработан ли долгосрочный Стратегический План управления ресурсами?	44	22	33
10	Разработаны ли процессы для достижения целей управления ресурсами?	61	22	17
11	Определен ли состав активов, необходимых для достижения целей?	72	17	11
12	Определены ли принципиальные подходы для управления ресурсами?	72	22	6
13	Существует ли методика оценки стоимости жизненного цикла активов?	39	50	11
14	Решено ли, как будут подсчитываться затраты, связанные с активами?	78	17	6
15	Определены ли отчетные данные о работе активов, включая финансовые?	61	22	17
16	Определены ли показатели надежности, безопасности, стоимости жизненного цикла?	61	28	11
17	Идентифицированы ли критические активы относительно целей и рисков?	33	39	28
18	Существуют ли критерии оценки рисков и критичности оборудования?	67	17	17
5 Лидерство				
1	Известен ли состав высшего руководства по управлению активами?	83	17	0
2	Содержит ли Политика управления ресурсами принципы управления ресурсами?	22	50	17
3	Устанавливают ли внутренние документы ответственность за Управление ресурсами?	78	17	6
6 Планирование				
1	Определяет ли Стратегический План управления ресурсами подход к рискам?	22	44	28
2	Идентифицированы ли и оценены все риски, связанные с активами?	22	44	33
3	Учитывают ли идентифицированные риски требования заинтересованных сторон?	28	50	22
4	Приняты ли решения о допустимых рисках, связанных с активами?	33	44	22
5	Планируются ли работы по снижению последствий отказов и их предупреждению?	67	17	17
6	Включают ли цели управления ресурсами описание необходимых функций активов?	56	33	11
7	Отражают ли цели требования заинтересованных сторон и особенности организации?	61	28	11
8	Все ли мероприятия планов управления ресурсами направлены на достижение целей?	56	33	6
9	Анализируются ли варианты финансирования планов управления ресурсами?	67	28	6
10	Определены ли приоритеты выполнения работ в условиях ограниченных	72	22	6

	ресурсов?			
11	Определено ли, как будут оцениваться результаты работ?	83	11	6
12	Имеется ли план реагирования на аварийные ситуации?	89	6	6
7 Средства поддержки				
1	Определены ли необходимые ресурсы для выполнения работ?	83	11	6
2	Проводится ли анализ и оценка достаточности ресурсов?	89	11	0
3	Существуют ли требования к компетенции в области управления ресурсами?	72	22	6
4	Отражают ли требования к компетенции современные практики управления ресурсами?	39	50	11
5	Осведомлен ли обслуживающий персонал о важности своей работы и связи с целями?	89	6	0
6	Установлен ли обмен информацией о работе активов с заинтересованными сторонами?	78	17	6
7	Определено ли, какую информацию об активах следует регистрировать?	72	17	11
8	Используется ли информационная система для управления ресурсами?	67	28	6
9	Для всей ли деятельности управления ресурсами существуют письменные инструкции?	33	44	22
10	Доступны ли записи о работоспособности, затратах, рисках, связанных с активами?	61	22	17
8 Функционирование				
1	Установлены ли процессы оперативного планирования и управления?	78	11	11
2	Определены ли формы записей для регистрации результатов каждой работы?	67	22	11
8 Функционирование				
3	В полной ли мере проводится запланированное периодическое обслуживание?	83	11	6
4	Установлен ли порядок проведения внеплановых ремонтов?	89	11	0
5	Регистрируются ли изменения в планах, связанные со старением активов?	78	17	6
6	Определен ли порядок контроля над деятельностью внешних подрядчиков?	83	11	6
9 Оценка результатов				
1	Определены ли показатели текущей производительности и состояния активов?	61	22	17
2	Установлена ли периодичность сбора значений показателей для анализа?	72	17	11
3	Хранятся ли результаты оценки текущих рисков, связанных с активами?	39	50	11
4	Хранятся ли данные, свидетельствующие о выполнении обязательных требований?	67	28	6
5	Хранится ли финансовая информация, относящаяся к затратам на активы?	89	11	0
6	Оцениваются ли достигнутые результаты всех процессов управления ресурсами?	56	28	11
7	Оценивается ли техническое состояние активов и выполнение ими своих функций?	78	11	11
8	Оценивается ли удовлетворенность работой активов заинтересованных сторон?	56	33	11
9	Доступна ли техническая и финансовая информация по каждому конкретному активу?	78	17	6
10	Проводится ли внутренний аудит выполнения установленных требований к активам?	78	17	6
11	Хранятся ли данные о результатах оценки соответствия системы управления ресурсами?	50	44	6
12	Установлен ли пакет данных для анализа руководством системы управления ресурсами?	28	61	11
13	Проводит ли руководство анализ системы управления ресурсами и состояния активов?	61	33	6
14	Существует ли документ с результатами анализа активов и принятыми решениями?	50	44	6
10 Улучшение				
1	Определен ли порядок регистрации отказов, происшествий и несоответствий?	78	11	11
2	Установлено ли как анализируются причины и последствия дефектов и	89	11	0

	несоответствий?			
3	Хранятся ли данные об устранении причин несоответствий (корректирующих действий)?	78	11	11
10 Улучшение				
4	Используются ли данные об отказах для оптимизации периодического обслуживания?	67	17	17
5	Применяется ли какая-либо методология выявления потенциальных отказов?	33	39	28
6	Оцениваются ли риски потенциальных отказов и эффективность их предупреждения?	50	17	28
7	Проводится ли поиск перспектив и возможностей для улучшений управления ресурсами?	67	17	17
8	Изучаются ли современные практики управления ресурсами?	72	17	11
9	Применяются ли международные стандарты и ГОСТ в области управления ресурсами?	44	28	28
10	Применяются ли стандарты по надежности?	78	17	6
11	Применяются ли стандарты по финансовой отчетности?	78	17	6
12	Применяются ли стандарты по менеджменту качества, экологии, охране труда?	100	0	0

Столбец «да» содержит процент предприятий, давших утвердительный ответ на вопрос о применении указанной практики в деятельности по управлению активами. Столбец «нет» показывает процент предприятий, не использующих данную практику, а столбец «план» показывает долю предприятий, планирующих внедрять соответствующую практику.

Таблица 2 – Ответы предприятий на вопросы по компетенциям в области управления ресурсами

№	Вопрос	"Да" в %	"Нет" в %	"План" в %
1.	Разработка Политики и Стратегии управления ресурсами			
	Понимание целей организации и ее контекста	61	11	28
	Анализ требований заинтересованных сторон к активам и управлению активами	48	15	37
	Знание принципов и выгод управления ресурсами в соответствии с серией ИСО 55000	26	30	44
	Знание методов оценки стоимости жизненного цикла активов	41	22	37
	Анализ рисков, связанных с активами и управлением активами	48	15	37
	Знание структуры КПЭ, относящихся к управлению активами	39	24	37
2.	Планирование управления ресурсами			
	Знание основ проектного управления и систем менеджмента	63	11	26
	Понимание требований к функциям активов	59	15	26
3	Деятельность на жизненном цикле активов			
	Управление аутсорсингом управления ресурсами	39	33	28
	Понимание приоритетов и рисков оперативного планирования	59	15	26
4.	Анализ и оценка результатов			
	Формирование КПЭ для анализа руководством	35	30	35
	Проведение аудита системы управления ресурсами	48	17	35
5.	Управление информацией об управлении активами			
	Понимание структуры необходимых данных для принятия решений	61	11	28
	Организация сбора данных и формирования информации	65	11	24

	Знание статистических методов обработки данных	48	13	24
	Формирование наглядной отчетности	26	11	33
6.	Культура и компетенции управления ресурсами			
	Формирование требований к компетенции специалистов по управлению активами	41	15	33
	Организация обучения по современным методам управления ресурсами	48	20	41
	Контроль и обеспечение повышения компетенции	39	15	37

Столбец «да» содержит процент предприятий, давших утвердительный ответ относительно наличия достаточной компетенции при осуществлении деятельности связанной с определенной практикой управления ресурсами. Столбец «нет» показывает процент предприятий, указавших на отсутствие компетенций по данной практике, а столбец «план» показывает долю предприятий, планирующих обучить своих специалистов соответствующей практике.

Таблица 3 – Итоговая средняя оценка зрелости деятельности по управлению активами.

№	Раздел ГОСТ Р 55.0.02	Анкета 1	Анкета 2	Итог
1	4 Контекст организации	62%	61%	61%
2	5 Лидерство	56%	-	52%
3	6 Планирование	64%	58%	52%
4	7 Ресурсы	68%	68%	62%
5	8 Функционирование	81%	63%	68%
6	9 Мониторинг, анализ и оценка	63%	70%	62%
7	10 Улучшения	69%	-	58%

Таблица 4 – Количество (%) организация, планирующих внедрять требования стандарта ГОСТ Р 55.0.02.

№	Раздел ГОСТ Р 55.0.02	Анкета 1	Анкета 2	Итог
1	4 Контекст организации	15%	36%	18%
2	5 Лидерство	7%		6%
3	6 Планирование	14%	32%	19%
4	7 Ресурсы	8%	31%	16%
5	8 Функционирование	6%	27%	12%
6	9 Мониторинг, анализ и оценка	8%	35%	17%
7	10 Улучшения	13%		12%

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

«Список анкетизируемых организаций-разработчиков стандартов наукоемкой продукции»

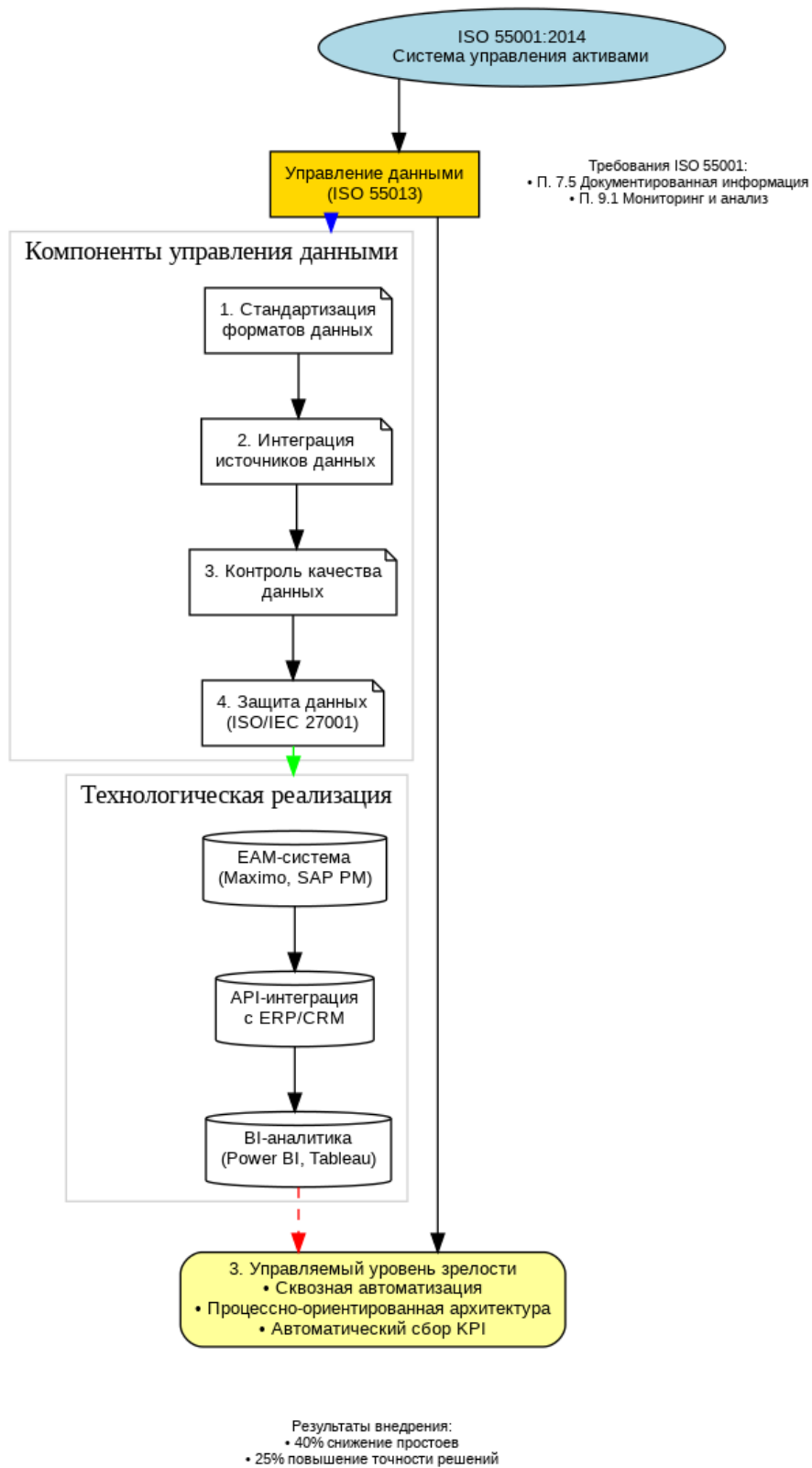
1. АО «Воткинский завод»;
2. АО «НПО «Орион»;
3. АО «ВНИИ «Сигнал»;
4. АО «НПО» Электромашина»;
5. «АО «Производственное объединение «Уральский оптико-механический завод» имени Э. С. Яламова (АО «ПО «УОМЗ»);
6. АО «ПО «Электроприбор»;
7. АО «РОСЭЛЕКТРОНИКА»;
8. АО «ФНПЦ «Титан-Баррикады»;
9. АО «ЦНИИ «БУРЕВЕСТНИК»;
10. АО «ЦНИИАГ»;
11. АО «НПП «Дельта»;
12. АО «ПО «Завод имени Серго» (компания POZIS);
13. АО «Государственный научно-исследовательский институт машиностроения им. В.В. Бахирева»;
14. АО «Загорский оптико-механический завод»;
15. ОАО «НИТИ «ПРОГРЕСС»;
16. АО «Научно-производственное объединение «Прибор»;
17. ОАО «НПО «СПЛАВ»;
18. АО СКБ «Турбина»;
19. ОАО «СКБМ»;
20. ПАО «Красногорский завод им. С.А. Зверева»;
21. ФГУП «Завод имени Морозова»;
22. ОАО «Приборный завод «Сигнал»;
23. АО «НИИИ»;
24. АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина»;
25. АО «Государственный Рязанский приборный завод»;

26. АО «Сафоновский завод «Гидрометприбор»;
27. АО «Концерн «Моринформсистема-Агат»;
28. АО «Марийский Машиностроительный Завод»;
29. АО «НПП «Исток» им. Шокина»;
30. АО «Системы управления»;
31. АО «ИМЦ Концерна «Вега»;
32. Калужский научно-исследовательский радиотехнический институт (АО «КНИРТИ»);
33. АО «Научно-исследовательский институт авиационного оборудования»;
34. АО «НИИ «Полнос» им. М.Ф.Стельмаха»;
35. АО «НПЦ «Вигстар»;
36. АО «УПП «Вектор»;
37. ОАО «Ковровский электромеханический завод»;
38. ФНПЦ АО «НПО «Марс»;
39. АО «Концерн «Вега»;
40. АО «Уральский приборостроительный завод»;
41. АО «НПП «ТОРИЙ»;
42. ФГУП «МКБ Электрон»;
43. ПАО «Информационные телекоммуникационные технологии»;
44. ОАО «НИИПП»;
45. АО «Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт автоматической аппаратуры им. академика В. С. Семенихина»;
46. АО «ТНИИС»;
47. АО «Омский научно-исследовательский институт приборостроения»;
48. АО «Научно-производственное объединение «Лианозовский электромеханический завод»;

49. ОАО «Научно-производственное объединение «Радиоэлектроника» имени В.И. Шимко»;
50. Акционерное общество «Курский завод «Маяк»;
51. «Акционерное общество» Калужский завод телеграфной аппаратуры»;
52. Акционерное Общество «Завод «Пластмасс»;
53. АО «ХЗ «Планта»;
54. ФГУП «ДВПО «Восход»;
55. ОАО «Казанский завод синтетического каучука»;
56. АО «Федеральный научно-производственный центр «Научно-исследовательский институт прикладной химии»;
57. АО «ЦМКБ «Алмаз»;
58. АО НПО «Высокоточные комплексы»;
59. ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П.Бардина»;
60. Госкорпорация «Росатом»;
61. АНО «Институт испытаний и сертификации вооружения и военной техники»;
62. АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей»;
63. ФКП «ГосНИИХП»;
64. АО РНИИ «Электронстандарт»;
- 65.. ФГУП «НПЦАП» Госкорпорация «Роскосмос»;
66. ФГУП «Федеральный центр двойных технологий «Союз»;
67. Ассоциация «НТЦ РЕСПЕКТ»;
68. ПАО «ОАК»;
69. НИИ «ЛОТ» ФГУП «Крыловский государственный научный центр»;
70. АО «Научно-производственная корпорация «Уралвагонзавод» имени Ф.Э. Дзержинского»;
71. АО «Концерн «Автоматика»;
72. ОАО «ОРКК» Госкорпорация «Роскосмос».

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

«Модель взаимосвязи управления ресурсами с уровнями цифровой зрелости организации-разработчика стандартов»



ПРИЛОЖЕНИЕ 6

«Оценка взаимосвязи уровней цифровой зрелости организации-разработчика стандартов с уровнями сложности объектов стандартизации»

Кластер сложности	Свойства	Инфо-логическая модель	Концептуальная модель	Уровень цифровой зрелости
1–5 (Низкая и средняя сложность)	1. Новые структурно-неоднородные материалы (анизотропия физико-механических характеристик) 2. Сложные геометрические параметры узлов и элементов конструкции 3. Напряженно-деформационное состояние конструкции из новых материалов 4. Опережающие требования к испытанию конструкции 5. Отсутствие зарубежных аналог	1 Область применения 3 Термины и определения 4 Сокращения 5 Общие положения 6 Технические требования к конструкции 7 Технические требования к виртуальным испытаниям цифровых моделей	Определяет набор приложений, их функции и взаимодействие. Например, приложение «перечень испытаний натурных» и перечень испытаний виртуальных». Взаимодействие. 1. Значение видов испытания натурных и виртуальных совпадает; 2. Значение виртуальных испытаний опережает значения к натурным испытаниям, 3. Значение виртуальных испытаний не имеет аналогов среди значений натурных испытаний	Уровень 2–3 (Частичная автоматизация) Автоматизированный учет требований стандартов на физико-механические модели структурно-неоднородных материалов при проектировании конструкций и учет требований рынка к сокращению ввода в эксплуатацию конструкций из новых материалов с повышенными эксплуатационными свойствами. Область для совершенствования: 1. Опережающие требования испытаний 2. Расширение области применения новых материалов 3. Повышенные эксплуатационные свойства
6–10 (Высокая сложность)	1. Разработка твердотельной модели, содержащая эксплуатационные свойства изделия; 2 построение конечно-элементной модели, содержащей изотропию свойств материалов; 3 разработка и имплементация физико-механических моделей материала, содержащая - связь напряжений и деформаций в конструкции; 4 валидация цифровой модели конструкции путем сравнительного анализа результатов моделирования и результатов натурных испытаний; 5 виртуальные испытания цифровой модели с учетом условий эксплуатации, значений характеристик свойств новых структурно-неоднородных материалов	1 Область применения 2 Термины и определения 3 Сокращения 4 Общие положения 5 Твердотельная модель изделия 6 Конечно-элементная модель 6.1 Конечно-элементная сетка 6.2 Ориентация и задание свойств материалов 6.3 Имплементация моделей эксплуатационных повреждений 6.4 Сборка конечно-элементной модели 6.5 Начальные и граничные условия 7 Физико-механическая модель материала 7.1 Математическая формулировка физико-механической модели материала 7.2 Определение параметров физико-механической модели материала 7.3 Имплементация физико-механической модели материала в конечно-элементный решатель 8 Валидация цифровой модели 9 Виртуальный испытательный стенд 10 Виртуальные испытания и анализ результатов 11 Документирование результатов виртуальных испытаний	Обеспечивает согласованность, доступность и интеграцию данных между системами. Например, ВИС моделирует многофакторные физико-механические воздействия на изделие и обеспечивает: задание статистических характеристик в расчетном пространстве цифровых моделей; б) генерацию совокупности расчетных файлов псевдослучайной модели изделия (парка псевдослучайных цифровых моделей изделия) на основе базовой цифровой модели изделия для псевдослучайных величин: 1) характеристик свойств материалов и их корреляции в объеме изделия, 2) схем армирования изделия и осей анизотропии, 3) статистических характеристик форм и размеров изделия в заданных технологических допусках, 4) статистических характеристик физико-механических нагрузок (при наличии), 5) граничных условий, 6) климатических воздействий, 7) статистических характеристик технологических и монтажных напряжений, 8) эксплуатационных повреждений и их корреляции в объеме изделия; в) проведение расчетов парка псевдослучайных цифровых моделей изделия изделий; г) статистический анализ и обработку результатов расчетов.	Уровень 4–5 (Интеллектуальная корректировка) Подготовка и внедрение виртуальных стендов для сокращения расходов на проектирование и натурные испытания, интеграция требований стандартов к результатам виртуальных испытаний продукции в реальном времени как в процессе проектирования, так и при производстве Область для совершенствования: 1. Новый вид использованных математических моделей и методов; 2. Совершенствование параметров, обучающих нормативных документов; 3. Расширение области применения алгоритма (задачи обработки данных и управления, для решения которых может быть использован алгоритм); 4. Установление ограничений на исходные данные и результаты их обработки

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

«Практические результаты цифровизированного управления качеством стандартизации технологий наукоемких полимерных композиционных материалов»

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2025622348

Информационная база данных для обеспечения работы
по осуществлению результативности процесса
разработки документов по стандартизации

Правообладатель: *Князев Александр Васильевич (RU)*Автор(ы): *Князев Александр Васильевич (RU)*

Заявка № 2025621974

Дата поступления 20 мая 2025 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных 29 мая 2025 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 069287616x30065442401670cso2026

Владелец: *Зубов Юрий Сергеевич*

Действителен с 10.07.2024 по 03.10.2025

Ю.С. Зубов

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

«Справки о практическом применении разработанных стандартов на предприятиях»

Утверждаю

Генеральный директор
ФГБУ «Институт стандартизации»,
к.э.н.
Д.Е. Миронов/
« » 2025 г.

СПРАВКА

Об использовании результатов
диссертационной работы Князева А.В.
«Модели и алгоритмы цифровизированного управления качеством процесса
стандартизации наукоёмкой продукции»

Настоящая справка подтверждает, что в период с 2021 по 2022 год при выполнении Государственного контракта от 18.03.2021 г. № 130-19/2021 «на выполнение работ по разработке и подготовке к утверждению стандартов в области информационных технологий» (лот 2.1.1) в части разработки предварительных национальных стандартов ПНСТ 670—2022 «Численное моделирование динамических рабочих процессов в социотехнических системах. Требования к ИТ архитектуре процессов» и ПНСТ 791—2022 «Численное моделирование динамических рабочих процессов в социотехнических системах. Качество модели», в период с 2022 по 2023 год при выполнении Государственного контракта от 28.03.2022 г. № 130-27/2022 «на выполнение работ по разработке и подготовке к утверждению стандартов в области полимерных и композитных материалов (лот 2.3.5) в части разработки национальных стандартов ГОСТ Р 57700.42—2023 «Численное моделирование полимерных композиционных материалов. Общие положения» и ГОСТ Р 57700.43—2023 «Численное моделирование полимерных композиционных материалов. Верификация программного обеспечения» использовались результаты прикладных научных исследований, представленных в диссертационной работе Князева А.В.

Директор Департамента
машиностроения и цифровых технологий

 Г.В. Воробьев

Утверждаю
Первый проректор федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования МИРЭА –
Российский технологический
университет д.т.н., профессор
М.П. Романов
« 30 » 04 2025 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов диссертационной работы Князева А.В.,
представленной на соискание ученой степени кандидата
технических наук, на тему «Модели и алгоритмы
цифровизированного управления качеством процесса
стандартизации наукоёмкой продукции» по научной
специальности 2.5.22. Управление качеством. Стандартизация.
Организация производства, в учебный процесс и при
обеспечении основного процесса системы менеджмента качества
научно-исследовательских подразделений

Материалы диссертационной работы Князева А.В., представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, на тему «Модели и алгоритмы цифровизированного управления качеством процесса стандартизации наукоёмкой продукции» по научной специальности 2.5.22. Управление качеством. Стандартизация. Организация производства, используются:

- в учебном процессе РТУ МИРЭА при изучении дисциплины «Стандартизация в управлении качеством на предприятии» 1 курса магистрантов по направлениям подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», 15.04.06 «Мехатроника и робототехника».

- при обеспечении основного процесса проектирования и разработки НИР и ОКР в системе менеджмента качества научно-исследовательских подразделений РТУ МИРЭА.

Заведующий кафедрой
проблем управления
Института искусственного
интеллекта РТУ МИРЭА,
д.т.н., профессор



М.П. Романов

« 30 » 04 2025 г.

И.о. начальника Управления
качества и стратегического
планирования РТУ МИРЭА



И.Ю. Бурцева

« 30 » 04 2025 г.