РОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ СТАНДАРТИЗАЦИИ
основан в 1924 году

Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования

06/2025
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Сборник научных трудов участников III научно-практической конференции СТАНДАРТИЗАЦИЯ: ТРАЕКТОРИЯ НАУКИ,

приуроченной
ко Всемирному дню стандартов,
Москва, 15 октября 2025 г.

iea.gostinfo.ru

РОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ СТАНДАРТИЗАЦИИ

ИНФОРМАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

6/2025 (87)

УЧРЕДИТЕЛЬ

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации»)

Российская Федерация, 117418,
г. Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, корп. 2

Свидетельство о регистрации СМИ
Эл № ФС77-85390.
Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций 13.06.2023.

Журнал является самостоятельным сетевым периодическим текстовым научным электронным изданием, распространяется исключительно с использованием информационно-телекоммуникационных сетей

РЕДАКЦИЯ

Руководитель К.В. Костылева
Редактор С.П. Арянина
Технические редакторы К.О. Гавшина, В.И. Колотыгина, Ю.С. Орлова.
Корректор Л.С. Лысенко

АДРЕС РЕДАКЦИИ

Российская Федерация,
117418, Москва,
Нахимовский пр-т, д. 31, корп. 2
+7 (495) 531-26-03
ieastr@gostinfo.ru

Журнал «Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования» основан в 2011 году.

Издается Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации»
(ФГБУ «Институт стандартизации»).

Журнал осуществляет публикацию статей по теоретическим, техническим, информационным, методическим, организационным, экономическим и другим проблемам технического регулирования и стандартизации.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.

Перепечатка материалов допускается только с письменного согласия редакции.

При использовании материалов ссылка на журнал обязательна.

Подписано в печать 31.12.2025.
Дата опубликования на сайте журнала iea.gostinfo.ru 31.12.2025.

Формат 60 × 90 1/8.
Усл. печ. л. 100,38.

© ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

РОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ СТАНДАРТИЗАЦИИ

СВЕДЕНИЯ О РЕЦЕНЗИРУЕМОМ НАУЧНОМ ИЗДАНИИ

ДАТА СОЗДАНИЯ 11.05.2011

ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛЮЧЕНИИ ИЗДАНИЯ В СИСТЕМУ РОССИЙСКОГО ИНДЕКСА НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ 26.08.2014 №503-08/2014

АДРЕС ОФИЦИАЛЬНОГО САЙТА В СЕТИ "ИНТЕРНЕТ" http://iea.gostinfo.ru/

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТАНДАРТНЫЙ НОМЕР СЕРИАЛЬНОГО ИЗДАНИЯ (ISSN) 2311-1348

ТЕМАТИКА СТАТЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук, должна соответствовать следующим специальностям научных работников (согласно номенклатуре, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 № 118):

- 2.3.8. Информатика и информационные процессы (технические науки)

- 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства (технические науки)

- 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика. 12. Стандартизация и управление качеством продукции (экономические науки)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

БУДКИН Ю.В.
председатель, главный редактор журнала, советник генерального директора ФГБУ «Институт стандартизации», доктор технических наук, профессор

БУРЫЙ А.С.
заместитель председателя, заместитель начальника отдела научной деятельности ФГБУ «Институт стандартизации», доктор технических наук

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

БЕТАНОВ В.В.
член-корреспондент Российской академии ракетных и артиллерийских наук (РАРАН), заместитель начальника экспертно-аналитического центра АО «Российские космические системы», профессор кафедры ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», доктор технических наук, профессор, главный специалист ФГБУ "Институт стандартизации"

ГЕРАСИМОВА Е.Б.
профессор кафедры бизнес-аналитики Факультета налогов, аудита и бизнес-анализа ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», доктор экономических наук, профессор

ЖУРАВЛЕВА Т.Б.
ученый секретарь ФГБУ «НИЦИ» МИД России, доктор экономических наук, профессор, главный специалист ФГБУ "Институт стандартизации"

ЗВОРЫКИНА Т.А.
руководитель Центра научных исследований и технического регулирования в сфере услуг АО «Институт региональных экономических исследований», доктор экономических наук, профессор

ЛЫСЕНКО И.В.
генеральный директор ООО «Инженерные системы и технологии, разработка и анализ» (ООО «ИСТРА»), доктор технических наук, старший научный сотрудник, главный специалист ФГБУ "Институт стандартизации"

МИСТРОВ Л.Е.
профессор кафедры ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» и Центрального филиала «РГУП», доктор технических наук, профессор, главный специалист ФГБУ "Институт стандартизации"

СТРЕХА А.А.
начальник отдела стандартизации в области социальной сферы Департамента методического обеспечения стандартизации и инновационных технологий ФГБУ «Институт стандартизации», кандидат экономических наук

СУХОВ А.В.
старший научный сотрудник ФКУ «НПО «Специальная техника и связь», доктор технических наук, профессор, главный специалист ФГБУ "Институт стандартизации"

ХАЧАТУРЯН А.А.
профессор кафедры экономических теорий и военной экономики ФГКВОУ ВПО «Военный университет имени князя Александра Невского» Минобороны России, доктор экономических наук, профессор

Содержание 6/2025 (87)

III НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СТАНДАРТИЗАЦИЯ: ТРАЕКТОРИЯ НАУКИ»
Обращение главного редактора 10

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

МУЛЬТИМОДАЛЬНАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ КРИЗИСОВ
Барыкин А.Н. 12

РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ
Владимирцев А.В., Иванова Г.Н. 20

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА
Вылегжанина В.В., Воробьёв Г.В. 28

АСПЕКТЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ, ЗАРУБЕЖНОЙ И РОССИЙСКОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ НА ПОДВОДНЫЕ ДОБЫЧНЫЕ КОМПЛЕКСЫ
Гусева Т.А., Пантелеев А.С. 31

ПЕРЕХОД ОТ ТРАДИЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ К SMART-СТАНДАРТАМ: ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ РОССИИ
Денискина А.Р., Апостолов А.Г., Мурашева П.Д. 39

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ. ОТ ЕДИНООБРАЗИЯ К НАЦИОНАЛЬНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ
Денискина А.Р., Дубровин А.В. 43

РОЛЬ СТАНДАРТА ISO/IEC 20000-1 В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ И РЕАЛИЗАЦИИ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
Егорова А.Г. 47

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКЕ СТАНДАРТОВ
Карпычев В.А., Сысоева П.О. 52

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОМ МАШИНОСТРОЕНИИ: АНАЛИЗ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЫВА
Логинова М.А., Самсонов Е.А., Лушпай Д.В. 57

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССОВ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ОСНОВНЫХ РЕШЕНИЙ
Маринов А.А., Ларионова Л.А. 63

СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ПАРТНЕРСТВА БИЗНЕСА С ЗАИНТЕРЕСОВАННЫМИ СТОРОНАМИ
Моисеенкова Ю.А. 71

АДАПТАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ СТАНДАРТУ «СПЕЦИАЛИСТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ»
Муравьева И.В., Невмятуллина Х.А., Графушин Р.В., Апалько А.П. 78

ОТ СТАНДАРТОВ К АЛГОРИТМАМ: КАК ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПЕРЕФОРМАТИРУЕТ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
Петренко Д.С. 83

КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОКУМЕНТОВ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ
Поликарпов М.П., Ларина И.Л., Кожевников С.В. 88

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В СФЕРЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ
Толстов Г.С. 95

РОЛЬ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА
Штин А.С. 102

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ НА ВСЕХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СПГ
Ясашин В.А., Лебедева Д.Д. 109

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И УСЛУГ

СИСТЕМА НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ В СФЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА СЛАБОАЛКОГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ
Абдумуминов А. 115

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ИНТЕРАКТИВНОГО РЕГЛАМЕНТА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В МАШИНОСТРОЕНИИ
Антипов Д.В., Гвоздева П.С. 121

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИНИИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ
Антипов Д.В., Голубцов Н.С., Гвоздева П.С. 128

УПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯМИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА
Антонова И.И., Хадиева А.Т. 133

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
Бирюкова Л.И., Криворотова М.Ю. 138

ВЛИЯНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
Бичева Т.А., Тарасова А.И., Бичев И.А. 145

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ В ЗАДАЧЕ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ
Бободжонов Д.М. 149

ПУБЛИКАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ПО ТЕМАТИКЕ FMEA: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ И ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ
Болотов П.А., Василега Н.А., Василега Д.С. 154

ВЕРИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА КАК ЭЛЕМЕНТ РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ
Бочкарева Е.П. 161

АНАЛИЗ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ
Геранина Л.А., Денискин Ю.И. 166

ЕДИНЫЙ ПОДХОД К МАРКИРОВКЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗНОРОДНОСТИ СТАНОЧНОГО ПАРКА
Гололобов Д.В., Абдуллаева М.М. 170

КОМПЕТЕНЦИИ, ИНСТРУМЕНТАРИЙ И ИНДИКАТОРЫ ОПЕРАТИВНОЙ РАБОТЫ СЛУЖБЫ КАЧЕСТВА ПОСТАВОК МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА
Гусев А.В. 175

АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНДИКАТОРОВ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЕЙ В ЭКСПЛУАТАЦИИ
Демкин А.С. 180

ОТ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ К СИСТЕМАМ КАЧЕСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ В СТАНКОИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Дмитриев А.Я., Кулаков Г.А., Купцова Д.В., Митрошкина Т.А. 186

АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ИНДЕКСА ОТРАСЛЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ КАЧЕСТВА
Захарова А.Н. 192

ПРОЦЕДУРА ОДОБРЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ (PPAP) В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Ибрагимов О.Д., Тимонин И.В., Барданов А.В. 197

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К МАРКИРОВКЕ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ (ч. 2)
Иванилова И.Г. 200

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССОВ ФОРМОВАНИЯ ПЛАСТИКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ВОДООЧИСТКИ
Копьёва М.А., Остапенко М.С. 212

QRQC КАК МЕХАНИЗМ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА
Курова Д.Н. 218

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКЕ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
Маркевич А.В., Полякова М.А. 221

ОЦЕНКА ЗРЕЛОСТИ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА
Мухин М.П., Одиноков С.А. 228

АНАЛИЗ АКТУАЛЬНОСТИ И РАЗВИТИЕ СТАРНДАРТА СПЛАВЫ ТВЕРДЫЕ СПЕЧЕНЫЕ
Наумов Н.П., Чуйков С.С. 234

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В РАЗРАБОТКЕ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПЕРСОНАЛОМ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПЛОЩАДКАХ НЕФТЕГАЗОВОГО СЕКТОРА
Недвигин Л.А. 240

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МЕТОДОВ СУШКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ УЗБЕКИСТАНА
Одинаев М.И. 244

АНАЛИЗ ПРИЧИН ОТКАЗОВ ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ
Остапенко М.С., Мацюк К.Е. 253

ДЕТАЛИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА: ВЛИЯНИЕ ВЫБОРА СРЕДНЕГО ВЗВЕШЕННОГО НА ИНТЕРПРЕТАЦИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ
Слесарчук А.В., Плахотникова Е.В. 259

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕХНИЧЕСКИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ
Смелов В.Ю. 262

ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТОВ В ЛОГИСТИКЕ: ВНЕДРЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ТРЕБОВАНИЙ И ИНСТРУМЕНТОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА
Стародубов Д.С., Трошкова Е.В. 270

СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ УЧАСТКОВ ЗОНЫ ТЕРМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ
Ушаков А.Д. 276

АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРА, УКРУПНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ НЕСООТВЕТСТВИЙ КАБЕЛЬНО-ПРОВОДНИКОВОЙ ПРОДУКЦИИ
Федоров А.В., Саксонов А.С. 280

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СТАНДАРТЫ КАЧЕСТВА В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА
Федотова А.В., Мальцева Е.Н. 283

ОЦЕНКА УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПАЦИЕНТОВ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В ОРГАНИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
Федулева Д.А. 289

УЛУЧШЕНИЕ ПРОЦЕССА ВОЗВРАТА ЗАРЕКЛАМИРОВАННЫХ В ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗДЕЛИЙ НА АВТОСБОРОЧНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
Хабибуллин И.И. 296

ЭКОНОМИКА ИННОВАЦИЙ

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
Азаров В.Н., Кузина Е.Л., Кузина М.А. 303

ПРОГНОЗНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СМК ОРГАНИЗАЦИИ
Бульба Е.П. 309

АНАЛИЗ АКТУАЛЬНОСТИ МЕТОДОВ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ РИСКОВ
Василега Н.А. 316

НОРМИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ГАЛЬВАНИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ
Васнина Т.Д. 325

УРОВЕНЬ СТАНДАРТИЗАЦИИ КАК ИНДЕКС ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ
Врублевский И.А. 328

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА
Глухова Т.В., Ломакин И.Н. 334

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВЫМИ РИСКАМИ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ: НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ FMEA
Головина Е.Ю., Богатырева М.В., Якубова А.А. 341

СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ КАК МЕХАНИЗМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРЕХОДА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ К МОДЕЛИ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ
Головина Е.Ю., Туркова В.Н., Архипова А.Н. 350

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССНОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ НА ОСНОВЕ НОТАЦИИ BPMN
Гусев Д.А. 359

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА QFD ДЛЯ ПЕРЕХОДА ОТ ТРЕБОВАНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЯ К ТРЕБОВАНИЯМ СТАНДАРТА
Дмитриев А.Я., Купцова Д.В., Новиков И.С. 363

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ESG-КРИТЕРИЕВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРИ ИЗМЕРЕНИВ ИХ ИНТЕГРАЛЬНОЙ СОВОКУПНОСТИ
Евлоева М.В., Лонцих П.А., Измайлов И.М., Звягинцева Е.П., Лонцих Н.П. 368

РОЛЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ РЕГИОНОВ И СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА
Зворыкина Т.И., Побединский П.В. 375

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ АЛГОРИТМИЗАЦИИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ
Зинуров Р.А. 381

ИНТЕГРАЦИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АУДИТОРСКУЮ ПРАКТИКУ
Исаева А.Д. 387

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЕСУРСОПОЛЬЗОВАНИЯ В АСПЕКТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ СИСТЕМЫ
Конюхов В.Ю., Рогов В.Ю., Опарина Т.А. 391

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ: МЕЖДУНАРОДНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ РОССИИ
Козлова А.Т., Дмитриева Д.С. 395

ИНТЕГРАЦИЯ КАРТЫ ПОТОКА СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТИ В СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ЦИКЛ КОМПАНИИ
Латышев А.В. 402

ОЦЕНКА РИСКОВ НАРУШЕНИЙ ПРОЦЕССОВ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ
Левина Т.А., Носкова В.Е. 407

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ВУЗОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Лившиц И.И. 413

МЕТОДИКА СБОРА ДАННЫХ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ТИПОВОЙ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА
Лыкова А.К., Голубцов Н.С. 417

ПРИМЕНЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ И НАЦИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ ПРИ ОЦЕНКЕ УРОВНЯ ЗРЕЛОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ
Максимова Л.Э. 424

РАЗВИТИЕ ЛИДЕРСТВА В СИСТЕМАХ МЕНЕДЖМЕНТА ОРГАНИЗАЦИЙ НА ОСНОВЕ ТРЕБОВАНИЙ МЕЖДУНАРОДНЫХ И НАЦИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ
Палькина Ю.Р., Аникина К.О. 430

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ВИБРАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ
Полетаев А.А., Яблоков А.Е., Сироткин Р.О. 438

РАЗРАБОТКА СПОСОБА РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА ПРИ СОЗДАНИИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ИЗДЕЛИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ
Пономарева В.С. 451

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ КАК ИНСТРУМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
Сафонова О.М., Власова Е.Д. 457

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
Татарникова Л.И., Пухарева О.В., Щеголихина М.Ю. 463

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ДАННЫХ И ПРОЦЕССОВ В ОТКРЫТОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ. ЧАСТЬ 1. ОТКРЫТЫЕ ДАННЫЕ
Бурый А.С., Лопатин И.Н., Погодин И.М. 469

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
Тюрин А.В., Денискина А.Р. 475

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И КАСТОМИЗАЦИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ: УЧЕТ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ
Хаймович И.Н., Матвеев И.С. 480

МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ КОМАНДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ С УЧЕТОМ РИСКОВ
Хмелева К.Э., Хаймович И.Н., Верещагин Ю.П. 486

СТАНДАРТИЗИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНОВ И ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ
Чешева М.Ф. 492

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА
Ямашкин Ю.В. Корягина С.В. 498

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ЦИФРОВЫМ ПЛАТФОРМАМ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКИХ СИСТЕМ
Бурый А.С., Костылева К.В. 505

ГИБРИДНАЯ МОДЕЛЬНАЯ АНАЛИТИКА БЕЗОПАСНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Бурый А.С., Усцелемов В.Н. 513

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИТУАЦИОННОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ МЕТОДОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА
Гореликов А.А., Плахотникова Е. В., Литвинова И.В. 521

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Дзедик В.А., Джикия А.А. 529

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ: ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ
Журавлева Т.Б., Коллар С.Н. 534

ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ ПЕРСОНАЛА СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОТКРЫТЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
Козлова А.Т., Руднева Е.В. 542

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА
Кузнецов Е.Р. 549

ОЦЕНКА РИСКОВ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ ВУЗА В ЗАДАЧЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕГО УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
Лившиц И.И. 553

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАРИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НАНО КЛАССА ТИПА CUBESAT ПОД ВОЗМОЖНОСТИ СЕРИЙНОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СБОРКИ
Михеев М.А. 558

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ
Морозов С.А., Рохлин Д.Е., Скорнякова Е.А. 567

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ МОДУЛЯ ПОСТПРОИЗВОДСТВЕННОГО МОНИТОРИНГА В СОСТАВЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОМЫШЛЕННОМУ ПРОИЗВОДСТВУ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ
Мусина Г.Р. 573

МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА НА БАЗЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОНТОЛОГИИ В АВИАСТРОЕНИИ
Оболенская Е.А. 581

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В МОДЕЛИРОВАНИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ
Скорнякова Е.А. 588

ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА ИЗДЕЛИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ
Тарасова А.И., Бичева Т.А. 594

ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Трофимов В.В., Трофимов С.В. 599

ПРИМЕНЕНИЕ ПОДХОДОВ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ И СНИЖЕНИЯ РИСКОВ НА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ
Федотова А.В., Гмызов Е.С. 606

ОТРАСЛЕВАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ

НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Аракелян Г.К. 611

МЕТОДИКА ПРЕДИКТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА
Арзамасцев А.А., Савич Е.К. 614

СТАНДАРТЫ И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ В ПРОЕКТАХ СОЗДАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ДЕТСКИХ СПОРТИВНО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ
Архипов П.Ю., Одиноков С.А. 620

ЦИФРОВОЕ БУДУЩЕЕ СТАНДАРТОВ В АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ
Бражкин А.Н., Усанова М.А. 627

СТАНДАРТИЗАЦИЯ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА: НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
Василега Д. С., Болотов П.А. 632

АНАЛИЗ АКТУАЛЬНОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СТАНДАРТОВ НА ТОКАРНЫЕ ПРОХОДНЫЕ РЕЗЦЫ СО СМЕННЫМИ МНОГОГРАННЫМИ ПЛАСТИНАМИ
Василенко Д.В., Чуйков С.С. 638

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ СТАТИСТИЧЕСКОГО И НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА
Глущенко Е.А., Кислинская Л.Ю. 644

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОДОВ ЯБЛОНИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СТЕПЕНИ ЗРЕЛОСТИ С ПОМОЩЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ КАМЕРЫ
Дивин А.Г., Гайнутдинова С.С., Буданцева Е.Г., Брыксина В.В. 649

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ
Диденко Н.И., Скрипнюк Д.Ф. 655

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОПОСТАВИМОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ – КРУПНАЯ ФУНКЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ
Дубов Н.Д., Крохин Г.Б., Розенталь О.М., Самбурский А.Г. 666

СИСТЕМА «RESILIENT QUALITY ECOSYSTEM» ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКИХ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ МОЩНОСТЕЙ
Евлоева М.В., Якимов К.А. 673

ОБОСНОВАНИЕ НОВОЙ СЕРИИ СТАНДАРТОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА
Ковальчук Н.В., Иванов И.А., Будкин Ю.В., Асланян Г.Г. 681

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ
Кольчурина И.Ю., Макаров Г.В., Кольчурина М.А. 687

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛАСТИКОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ВОДООЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
Копьёва М.А., Остапенко М.С. 694

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА В УСТОЙЧИВОМ РАЗВИТИИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО КОМПЛЕКСА ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ
Лонцих П.А., Лихота Р.В., Головина Е.Ю., Лонцих Н.П., Большаков Р.С. 700

О ЦЕЛЕВОМ СОСТОЯНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ В КОНТЕКСТЕ ИХ СООТВЕТСТВИЯ КРИТЕРИЯМ АККРЕДИТАЦИИ И ИНДИКАТОРАМ РИСКА
Михайловский В.В. 708

РАСШИРЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ИНСТРУМЕНТОВ АТАКИ НА БИОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРЕДЪЯВЛЕНИЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ ПОДСИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ АТАКИ НА БИОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРЕДЪЯВЛЕНИЕ ДЛЯ МОДАЛЬНОСТИ ЛИЦО
Николаев Д.Е., Снежкина О.С., Мамаев В.Ю., Кураева Л.Х. 721

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА И ПОДТВЕРЖДЕНИИ СООТВЕТСТВИЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ
Николаев Д.Е., Снежкина О.С., Мамаев В.Ю., Самородов А.В. 730

АНАЛИЗ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩЕЙ БЕЗОПАСНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ ПРОМЫСЛОВЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ
Остапенко М.С., Мацюк К.Е. 738

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ КОРПОРАТИВНЫХ СТАНДАРТОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ
Пантелеев А.С. 744

ГИБРИДНЫЕ ИСПЫТАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛУНАТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В АВИАСТРОЕНИИ: АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ
Поджарская М.С. 750

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ УСТОЙЧИВОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ С ПОЗИЦИИ ФИНАНСОВОГО ИНВЕСТОРА
Решетников В.Н. 756

ЦИФРОВОЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТОВ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ
Савич Е.К., Лузик А.Д. 763

СЕТЕВЫЕ АРХИТЕКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ КАК НОВАЯ ПАРАДИГМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПАНИЙ В УСЛОВИЯХ ESG-ТРАНСФОРМАЦИИ
Сверкунов С.А., Кузнецов Р.Д., Богатырев К.Д. 770

ВЛИЯНИЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА КАЧЕСТВО ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ
Страшный Д.Ю. 777

РАЗВИТИЕ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В МАЛЫХ ГРУППАХ, КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ И УЛУЧШЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ
Уразметова Д.Р. 782

ОЦЕНКА ЧАСТОТЫ ОТКАЗОВ ПРОДУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
Федоров А.В., Саксонов А.С., Марков М.Д., Тондель Н.С. 788

ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВНУТРЕННИХ АУДИТОВ: ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И СООТВЕТСТВИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ
Царькова В.С. 792

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ И СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ИНТЕГРИРОВАННОМ АВИАЦИОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ
Якупов Э.Т. 796

III НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СТАНДАРТИЗАЦИЯ: ТРАЕКТОРИЯ НАУКИ»

Уважаемые читатели! Недавно наш институт как центр научного притяжения собрал ученых и экспертов из разных городов на III Научно-практическую конференцию «Стандартизация: траектория науки», приуроченную ко Всемирному дню стандартов.

В этом году мероприятие приобрело международный статус, объединив экспертов на центральной площадке в Москве и на 16 профильных площадках в девяти городах России (в Мордовии, Татарстане), Беларуси и Узбекистане. За период с 13 по 22 октября было представлено более 350 докладов. На сайте конференции зарегистрировалось 1000 участников мероприятия.

Ключевой темой дискуссий стала роль стандартизации как драйвера научно-технологического развития России. В рамках конференции были представлены актуальные научные разработки в этой сфере, результаты развития Центра коллективного пользования «Экосистема стандартизации», включая автоматизированное учебное место, а также новые инструменты управления научно-технической информацией.

Пленарное заседание

Пленарное заседание открыл генеральный директор Российского института стандартизации **Денис Миронов**, который приветствовал участников и зачитал поздравительный адрес от председателя научного совета РАН по метрологии и стандартизации Владимира Окрепилова: «Сегодня стандартизация находится на важном этапе своего развития, обеспечивая надежную цифровую трансформацию экономики и социальной сферы».

Первый заместитель председателя комитета Государственной Думы по защите семьи, вопросам отцовства, материнства и детства **Татьяна Буцкая**, обращаясь к аудитории, отметила: «Поверьте, мы уже скоро будем жить в этом мире, где за шаг до того, что что-то может произойти, будут срабатывать индикаторы риска, и беда не произойдет. Это то, к чему мы идем». Особое внимание она уделила важности проведения психолого-педагогической экспертизы детских игрушек и разработки соответствующих ГОСТов.

На конференции также прозвучали приветственные слова вице-президента РАН Владислава Панченко, главного ученого секретаря президиума ВАК Дмитрия Иванова и академика РАН Валерия Мешалкина, исполняющей обязанности генерального директора Государственной публичной научно-технической библиотеки России Натальи Михальченковой, директора БелГИСС Александра Скуратова, проректора по научной работе Санкт-Петербургского государственного экономического университета Елены Горбашко.

Соглашения о сотрудничестве и тематические секции

В рамках пленарного заседания были подписаны два соглашения о сотрудничестве Российского института стандартизации с Государственной публичной научно-технической библиотекой России и Ассоциацией «НТЦ «Респект».

И.о. генерального директора ГПНТБ России **Наталья Михальченкова** приветствовала участников мероприятия, подчеркнув важность стандартизации и технического регулирования: *«Сегодня на площадке конференции встречаются ученые, специалисты и практики, объединенные пониманием того, что стандартизация и техническое регулирование являются не только инструментами повышения качества и конкурентоспособности продукции и услуг, но и фундаментом для развития науки, образования и инноваций, инструментом технологического лидерства и суверенитета в достижении национальных целей развития Российской Федерации».*

Участники конференции продолжили свою работу на заседаниях трех тематических секций.

Секция «Федеральный информационный фонд стандартов: цифровые решения»

На секции обсуждались современные подходы к цифровизации отрасли. Денис Миронов рассказал о цифровых решениях для научно-технической информации Федерального информационного фонда стандартов: «Система стандартизации эволюционировала в экосистему и вокруг начали возникать подсистемы. Это стало возможным благодаря эволюции самого документа по стандартизации».

Один из ключевых представленных проектов – автоматизированное учебное место «Экосистема стандартизации». *«Оно ориентировано на студентов, которые начинают знакомиться со стандартизацией, и дает возможность поработать с тренажером. Тренажер – это стабильная версия системы, которая позволяет выполнять различные операции»,* – пояснил советник генерального директора Российского института стандартизации **Сергей Трофимов.**

Секция «Консолидация науки, образования и производства»

В рамках секции «Консолидация науки, образования и производства в обеспечение технологического лидерства» рассматривались вопросы интеграции образовательной, научной и промышленной сфер. Участники заслушали доклады о научных направлениях деятельности Российского института стандартизации, научно-практическом подходе к стандартизации в области специальных технических средств противодействия беспилотным аппаратам. В центре внимания экспертов были и другие актуальные темы.

Секция «Биоэкономика – путь к устойчивому развитию»

На секции «Биоэкономика – путь к устойчивому

развитию предприятий и регионов России» эксперты проанализировали роль стандартизации в становлении этой перспективной отрасли. В числе обсуждаемых вопросов были методология мультимодальной национальной стандартизации и особенности системы менеджмента исследовательской организации.

Итоги конференции

Важным итогом мероприятия стало подведение результатов работы секций международных и национальных университетов, что продемонстрировало успешную интеграцию академического сообщества в процессы стандартизации.

«Россия сталкивается с колоссальными вызовами, но для нас это возможность, ответом на которую является работа на опережение, создание новых решений и технологий, формирование инновационной опережающей системы стандартизации, в том числе на основе цифровых технологий», – подчеркнула. проректор Казанского инновационного университета им. В.Г. Тимирясова Ирина Антонова.

Конференция продемонстрировала значительный потенциал развития отечественной системы стандартизации и подтвердила ее ключевую роль в обеспечении технологического суверенитета страны.

Сегодня, уважаемые читатели, перед вами первый сборник трудов, выпущенный **Государственным научным центром Российской Федерации ФГБУ «Институт стандартизации»** (распоряжение Правительства РФ от 4/12/2025 № 3607).

Согласно программе деятельности Государственного научного центра Российской Федерации Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Российский институт стандартизации» (далее – Программа) миссия организации заключается в следующем:

- быть ведущим научным, экспертным, аналитическим и образовательным центром в области стандартизации;
- являться одним из основных двигателей модернизации национальной системы стандартизации;
- повышать эффективность функционирования оборонно-промышленного комплекса в рамках всего цикла работы с нормативно-технической документацией;
- вносить значительный практический вклад в инновационное развитие и глобальную конкурентоспособность России в сфере стандартизации и технического регулирования.

Как национальный лидер по всем ключевым направлениям деятельности институт добился признаваемого в мировом масштабе уровня разработок, исследований, образовательной и проектной деятельности.

Результаты исследований, выполняемых ФГБУ «Институт стандартизации», внедряются регулярно (как правило, в год их получения). Использование данных результатов обеспечивает стабильную работу и устойчивое развитие секторов экономики страны и вносит весомый вклад в реализацию приоритетных направлений Стратегии НТР и приоритетных направлений (указ Президента РФ № 899) в области информационно-телекоммуникационных систем. Проводимые ФГБУ «Институт стандартизации» исследования в области управления и информационного обеспечения системы стандартизации – необходимое условие реализации национальных целей развития Российской Федерации на период до 2030 г. и на перспективу до 2036 г., предусмотренных Указом Президента РФ от 7 мая 2024 г. № 309.

В 2025 г. на базе федерального государственного бюджетного учреждения «Российский институт стандартизации» был зарегистрирован Центр коллективного пользования (ЦКП) «Экосистема стандартизации» (Код: 4145412). ЦКП «Экосистема стандартизации» представляет собой структурное подразделение ФГБУ «Институт стандартизации», обладающее современным научным и аналитическим оборудованием, а также высококомпетентным персоналом. На базе Центра выполняются научные исследования и оказываются услуги, в том числе в интересах научного сообщества и оборонно-промышленного комплекса.

Основные направления научных исследований и научно-экспериментальных работ, осуществляемых ЦКП «Экосистема стандартизации»:

- разработка и испытания технологий, позволяющих создавать новые формы представления данных документов по стандартизации;
- разработка и испытания методов контейнеризации различных «представлений» информации, содержащейся в документе по стандартизации в единый верифицированный файл/сущность – «цифровой двойник стандарта»;
- разработка и испытания методов управления требованиями, содержащимися в нормативно-технической документации;
- разработка и внедрение цифрового моделирования, осуществляемого на основе требований.

Уникальность института подтверждается тем, что редкий состав имеющихся компетенций не повторяется ни в одной другой организации. ФГБУ «Институт стандартизации» создавался путем объединения нескольких НИИ и учреждений. Руководством института были предприняты системные действия, ориентированные на удержание сотрудников с редкой квалификацией и широкими знаниями. За счет этого удалось максимально сохранить и дополнительно сформировать кадровый ресурс, обладающий уникальным сочетанием компетенций, что нашло отражение в сборнике научных трудов III Научно-практической конференции «Стандартизация: траектория науки».

Уважаемые читатели! Мы благодарим редакцию, редколлегию, высокопрофессиональных экспертов за издание этого сборника. Труд наших коллег должен быть вознагражден. Небольшая просьба обратить внимание, что доступ к статьям научных трудов платный в зависимости от категории доступа (электронный или печатный).

Аннотации научных статей III Научно-практической конференции «Стандартизация – траектория науки» будут опубликованы в издаваемом Российским институтом стандартизации научном электронном журнале «Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования» № 6/2025.

Ю.В. Будкин,
главный редактор журнала

Для цитирования
Барыкин А.Н. Мультимодальная национальная стандартизация в условиях экономических кризисов / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 12–19.

УДК 006.01

МУЛЬТИМОДАЛЬНАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ КРИЗИСОВ

Барыкин А.Н., *канд. экон. наук, доцент, ФГБУ «Институт стандартизации», Россия, г. Москва*

План мероприятий развития национальной стандартизации в РФ до 2027 года завершается, и подготовка итогового отчета о его исполнении становится актуальной задачей. Ежегодный вклад рыночного режима национальной стандартизации в Федеральный информационный фонд стандартов в 2027 году должен составить 75%. По оценке автора, достигнуть запланированный уровень участия бизнеса в работах по стандартизации в условиях кризисных явлений в экономике России не удастся. Причины снижения активности частной инициативы и ее прогноз до 2030 года позволяет оценить теория мультимодальной национальной стандартизации.

Ключевые слова: мультимодальная национальная стандартизация, рыночный режим стандартизации, государственный режим стандартизации, экономический кризис, ретроспективный анализ, бюджетная эффективность.

MULTI-MODAL NATIONAL STANDARDIZATION IN THE CONTEXT OF ECONOMIC CRISES

Barykin A.N., *Kandidate of Economical Sciences, Associate Professor, Russian Standardization Institute, Moscow*

The action plan for the development of national standardization in the Russian Federation through 2027 is being finalized, and preparing the final report on its implementation is becoming an urgent task. The annual contribution of the market-based national standardization regime to the federal standards information fund in 2027 should reach 75%. In my opinion, achieving the planned level of business participation in standardization efforts will be impossible given the current conditions of crisis phenomena in the national economy. The theory of multi-modal national standardization allows us to assess the reasons for the decline in private initiative and the forecast for its to 2030.

Keywords: multi-modal national standardization, market standardization regime, state standardization regime, economic crisis, retrospective analysis, budget efficiency.

Закрепление мультимодального характера национальной стандартизации в институциональной среде

Мультимодальный характер национальной стандартизации был введен на законодательном уровне в 1993 году с принятием Закона Российской Федерации «О стандартизации»[1] через включение в состав нормативных документов по стандартизации стандартов предприятий и стандартов научно-технических и инженерных обществ. Формально стандарты хозяйствующих субъектов не входили в состав Федерального фонда государственных стандартов, но информация о таких стандартах направлялась в органы Госстандарта России и учитывалась при разработке государственных стандартов. Такое

[1] Закон Российской Федерации от 10.06.1993 № 5154-I «О стандартизации».

положение дел можно назвать косвенным участием частных юридических лиц в государственной стандартизации.

Вместе с тем вчерашние государственные разработчики ГОСТов массово приватизировались и становились частными разработчиками стандартов за государственный счет в рамках государственных контрактов, которые заключали с Госстандартом России в установленном порядке подведомственные научные институты, например ВНИИС или ВНИИНМАШ. Так зарождался рыночный режим национальной стандартизации.

В дальнейшем с принятием Федерального закона «О техническом регулировании»[2] в 2002 году мультимодальный характер национальной стандартизации был закреплен в явном виде через передачу полномочий по разработке национальных стандартов любому лицу, в том числе и частным юридическим лицам.

Признание частных юридических лиц в качестве партнера в формировании Федерального информационного фонда технических регламентов и стандартов наступает в 2012 году через закрепление в Концепции развития национальной системы стандартизации в Российской Федерации на период до 2020 года[3] самостоятельного раздела об усилении роли бизнеса в работах по стандартизации. Это еще не было установлением оценочных ориентиров вклада бизнес-сообщества в формирование фонда стандартов, но уже явилось его отчетливым прологом.

Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации»[4] в 2015 году окончательно закрепил частную инициативу в разработке национальных стандартов путем включения в статью 33 пункта 2 о направлениях финансирования расходов на стандартизацию за счет средств юридических лиц, в том числе государственных корпораций и иных некоммерческих организаций.

План мероприятий («дорожная карта») развития национальной стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года[5], введенный в правовой оборот в 2019 году, можно считать окончательной точкой в формировании отношения государственных регуляторов к рыночному режиму национальной стандартизации и безоговорочным признанием национальной стандартизации в РФ мультимодальной с установлением ее новых качественных рубежей.

Введенный «дорожной картой» развития национальной стандартизации показатель количества утверждаемых в течение одного года стандартов, разработка которых финансируется за счет внебюджетных источников и собственных средств предприятий малого и среднего бизнеса, подтверждает тезис о частном партнере государства в формировании Федерального информационного фонда стандартов.

Более того, частный партнер, по замыслу Росстандарта, должен играть доминирующую роль. Этот замысел подтверждает прогрессивная шкала доли участия бизнес-сообщества порядка от 36% в 2019 году до 75% в 2027 году в общем числе утвержденных национальных стандартов и межгосударственных стандартов, введенных на территории РФ в качестве национальных стандартов, финансируемых за счет бизнеса[6].

Будет достигнут или не будет достигнут официально заявленный показатель мультимодальной национальной стандартизации в части долей распределения вклада ее основных режимов (государственного, комитетского и рыночного) в формирование Федерального информационного фонда стандартов к 2027 году определяется, по мнению автора, действиями госрегулятора по изменению институциональной среды национальной стандартизации как ответ на уже ставшее повседневным влияние кризисных явлений в российской экономике, о чем будет сказано далее. Как показали результаты проведенных

[2] Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
[3] Постановление Правительства РФ от 24.09.2012 № 1762-р «Об утверждении концепции развития национальной системы стандартизации в Российской Федерации на период до 2020 года».
[4] Федеральный закон от 29.06.2015 № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».
[5] Поручение Правительства РФ от 15.11.2019 № ДК-П7-9914 о реализации Плана мероприятий («дорожной карты») развития национальной стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года.
[6] Упоминаются в данном показателе не только средства частных юридических лиц (бизнеса), но и внебюджетные источники как отдельная категория финансовых средств.

исследований динамики мультимодальной национальной стандартизации в РФ, показатель участия бизнес-сообщества на уровне 75% в 2027 году достигнут не будет.

Как считать вклад бизнеса в формирование Федерального информационного фонда стандартов?

Предложенная автором методология отнесения разработанных национальных или межгосударственных стандартов к соответствующему режиму мультимодальной национальной стандартизации по форме собственности разработчика стандарта отличается от де-факто применяемого подхода Росстандарта к формированию итоговых данных о вкладе частных юридических лиц в формирование фонда стандартов [1].

Формально задекларированный подход госрегулятора основывается на отнесении разработанных стандартов к государственному или рыночному режиму стандартизации по источнику финансирования, где упоминаются бюджетное финансирование и все остальные источники денежных средств. При этом выделяемые из федерального бюджета субсидии на компенсацию части расходов разработчикам стандартов[7] не являются основанием для отнесения таких национальных и межгосударственных стандартов к государственному режиму стандартизации. Другими словами, бюджетное финансирование бюджетному софинансированию рознь.

Только национальные и межгосударственные стандарты, разработанные по государственным контрактам, попадают в официальную статистику вклада государственного режима стандартизации в формирование Федерального информационного фонда стандартов. Таким образом, можно предположить, что основным документом для учета вклада режимов мультимодальной национальной стандартизации в формирование Федерального информационного фонда стандартов выступает форма из приложения А национального стандарта ГОСТ Р 1.14[8] на этапе планирования работ по стандартизации и на этапе ее заполнения по фактическим данным в автоматизированных информационных системах Росстандарта.

Прикладной смысл исследования режимов мультимодальной национальной стандартизации, формирующего теоретико-методологический корпус теории мультимодальной национальной стандартизации, основывается на учете реальной возможности участия частных и государственных юридически лиц в ежегодных работах по стандартизации, а не на учете расходов федерального бюджета на осуществление государственного заказа на реализацию программы национальной стандартизации в логике бюджетной эффективности средств, выделяемых Росстандарту и федеральным органам исполнительной власти в соответствии с Концепцией повышения эффективности бюджетных расходов в 2019–2024 годах[9].

Упомянутая концепция определила вектор повышения взаимоувязанности достижения целевых показателей с планируемыми расходами из федерального бюджета и внебюджетных источников при реализации документов государственного долгосрочного стратегического планирования, таких как государственные программы Российской Федерации. Из сложившейся практики реализации федеральных целевых программ и государственных программ РФ эффективными расходами федерального бюджета в рамках государственных программ РФ считаются такие расходы, когда обеспечивается привлечение на каждый бюджетный рубль не менее одного внебюджетного рубля. В описанной выше логике действует государственный регулятор по настоящее время при составлении итоговых

[7] Постановление Правительства РФ от 17.12.2016 № 1394 «Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета на компенсацию части затрат, связанных с разработкой международных, региональных и национальных документов в области стандартизации, обеспечивающих применение и исполнение требований технических регламентов, международных соглашений и нормативных правовых актов Российской Федерации».

[8] ГОСТ Р 1.14–2017 «Стандартизация в Российской Федерации. Программа национальной стандартизации. Требования к структуре, правила формирования, утверждения и контроля за реализацией».

[9] Распоряжение правительства РФ от 31.01.2019 № 117-р «Об утверждении Концепции повышения эффективности бюджетных расходов в 2019–2024 годах».

отчетных материалов о состоянии дел в сфере национальной стандартизации РФ в части участия бизнес-сообществ в работах по стандартизации.

Еще раз подчеркнем: практико-ориентированный подход к исследованию рыночного режима мультимодальной национальной стандартизации исходит из учета и оценки возможностей частных юридических лиц выполнить разработку стандарта, и не важно, за какие средства.

Предлагаемый автором подход также характеризует возможность государственных и частных разработчиков стандартов осуществить разработку национального или межгосударственного стандарта в реальных условиях ведения экономической деятельности с учетом степени влияния экономических кризисов на предпринимательскую активность.

Как и несколько десятилетий назад, Российский институт стандартизации и другие государственные учреждения научного профиля, выступая исполнителями по государственным контрактам, заключенным с Росстандартом, заказывают разработку национальных и межгосударственных стандартов или их частей у частных юридических лиц. Такая кооперация (разделение труда) будет исключена в условиях высокой степени влияния кризисных явлений в экономике по причине ухода таких субподрядчиков с рынка. Надо также учитывать, что частные разработчики национальных и межгосударственных стандартов получают со стороны государства поддержку своей активности по разработке национальных стандартов в рамках государственных контрактов, расходуя часть собственных средств на научные разработки и их внедрение в практику для последующей стандартизации.

С учетом изложенных аргументов опора при анализе режимов мультимодальной национальной стандартизации на источники финансирования работ по стандартизации представляет собой контрпродуктивную траекторию развития теории мультимодальной национальной стандартизации, удовлетворяющей исключительно потребностям доминирующего технократического подхода в государственном управлении.

Реакция государственных регуляторов национальной стандартизации на кризисные явления в экономике в период с 1992 по 2024 год

Для более наглядной иллюстрации отношения государственных регуляторов (в период 90-х годов XX века – Госстандарта России, а в последние двадцать пять лет – Росстандарта и Минпромторга России[10]), приведем график разработки национальных и межгосударственных стандартов российскими разработчиками в период с 1992 по 2024 год (рис. 1).

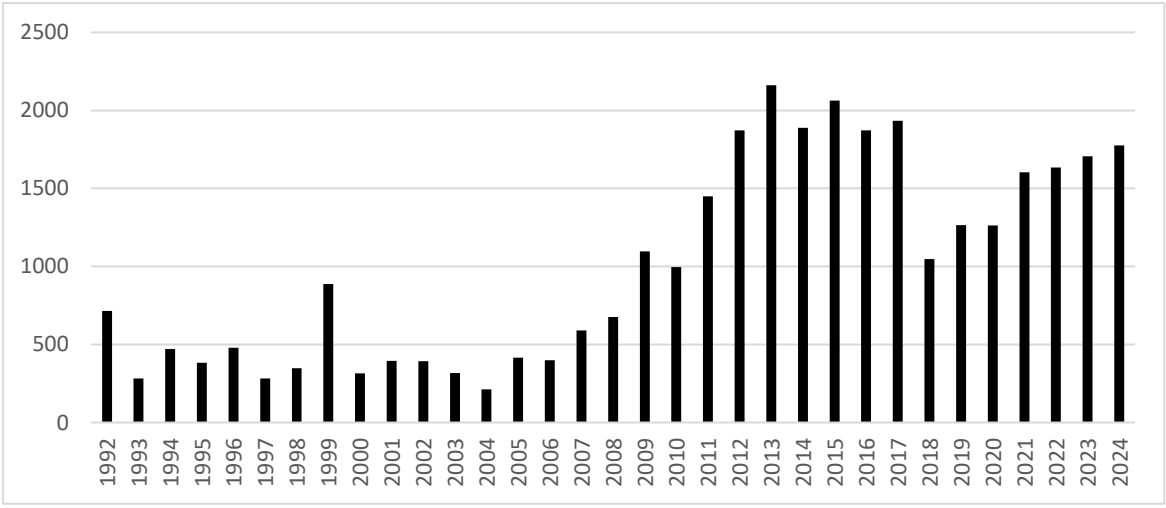


Рис. 1. Активность работ по стандартизации в период с 1992 по 2024 год [14]

[10] Здесь приводятся современные наименования государственных регуляторов национальной стандартизации, которые в разные периоды своей деятельности носили отличные названия и при этом выполняли одни и те же государственные функции.

Как следует из графика, активность работ по стандартизации в целом никак не зависит от кризисных явлений в экономике. Экономические кризисы 1998 года, 2008 года не оказали негативного влияния на количество разрабатываемых и утверждаемых стандартов.

Введенные против Российской Федерации экономические санкции так называемыми «странами коллективного Запада» в 2014 году – в ответ на включение Республики Крым в состав Российской Федерации на основании народного волеизъявления и в рамках международного права – запустили полномасштабную программу импортозамещения во всех отраслях народного хозяйства. Минпромторг России и Росстандарт в обеспечение планов импортозамещения в отраслях промышленности утвердили Программу стандартизации в области импортозамещения с плановыми сроками реализации 2015–2017 годы (дсп), которая радикально не изменила количество утверждаемых национальных стандартов в этот период (рис. 1). Необходимо отметить, что подобных шагов от государственных регуляторов не было предпринято в условиях экономического кризиса 2020–2022 годов, вызванного глобальным распространением новой коронавирусной инфекции COVID-2019 и усиливающимся с 2022 года по настоящее время санкционным давлением со стороны «стран коллективного Запада» в связи с началом специальной военной операции на территории Донецкой Народной Республики, Луганской Народной Республики и Украины.

Более того, по данным из принятых Государственной Думой Российской Федерации федеральных законов об утверждении результатов исполнения федеральных бюджетов на 2014–2024 годы, объем бюджетных средств на реализацию программы национальной стандартизации в рамках госпрограммы РФ «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» не поднимался выше 710 млн рублей в годы высокой степени влияния кризисных явлений в экономике, при этом нижняя точка графика (рис. 2) соответствует 482,5 млн рублей в 2018 году в условиях влияния санкций против российской экономики.

Рис. 2. Объем бюджетного финансирования госпрограммы РФ «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» на реализацию программы национальной стандартизации в 2014–2024 гг. [1–11]

Упомянутая выше мера государственной поддержки рыночного режима мультимодальной национальной стандартизации в виде субсидий на компенсацию части затрат на разработку стандартов частными юридическими лицами действует уже 10 лет, при этом объемы выделяемых ежегодно средств не превышают 10% от выделяемых ежегодно средств на реализацию программы национальной стандартизации в форме государственного заказа [12].

Таким образом, можно сделать вывод об отсутствии зависимости выделяемых объемов финансирования из средств федерального бюджета на разработку и утверждение

национальных и межгосударственных стандартов от степени влияния кризисных явлений в экономике РФ, что свидетельствует об отсутствии в арсенале государственных регуляторов национальной стандартизации механизмов экономического стимулирования разработчиков стандартов в условиях кризисов и, как будет показано далее, реальной возможности повлиять на активизацию бизнес-сообщества на ниве работ по стандартизации.

Прогноз доли участия частных юридических лиц в ежегодном формировании Федерального информационного фонда стандартов до 2027 года

Как показано в статье автора «Мультимодальная стандартизация в Российской Федерации: подходы к исследованию и ретроспективный анализ» [13], государственный режим мультимодальной национальной стандартизации является доминирующим, а комитетский режим, когда разработанный национальный стандарт записывается за техническим комитетом по стандартизации, представлен крайне слабо и не представляет какого-либо исследовательского интереса.

Анализ вклада частных юридических лиц, представляющих рыночный режим мультимодальной стандартизации, в формирование Федерального информационного фонда в условиях кризиса частично был представлен в упомянутой статье. В частности, было установлено, что рыночный режим мультимодальной стандартизации продемонстрировал высокий потенциал к увеличению своего вклада в реализацию ежегодной программы национальной стандартизации в период низкой степени влияния кризисных явлений в экономике: в 2019 году рыночный режим мультимодальной национальной стандартизации обеспечил разработку 47% стандартов.

Динамика отношения разработанных стандартов частными и государственными разработчиками представлена на рис. 3.

Рис. 3. Динамика отношения разработанных стандартов между рыночным и государственным режимами мультимодальной национальной стандартизации в 2014–2024 гг.

Тренд на снижение доли участия частных юридических лиц в разработке национальных и межгосударственных стандартов явно просматривается с 2019 по 2024 год. Как показано на рис. 3, частная инициатива в работах по стандартизации находится в прямой зависимости от динамики предпринимательской активности в национальной экономике.

В 2020 году в Российской Федерации развернулась масштабная кампания по борьбе с новой коронавирусной инфекцией COVID-19, выразившаяся в частичных ограничениях или в отдельных случаях полным запретом на ведение предпринимательской деятельности. Как следствие, доля стандартов, разработанных частными юридическими лицами, резко

сократилась в 2021 году. Как только ограничения на предпринимательскую деятельность были частично сняты, а экономические агенты адаптировались к новым кризисным явлениям в экономике, мы видим на графике (рис. 3) увеличение вклада рыночного режима стандартизации в 2022 году.

Усиление санкционного давления на российскую экономику со стороны «стран коллективного Запада» отразилось в усилении степени влияния кризисных явлений на экономическую активность в России. Как следствие – снижение доли вклада частных разработчиков стандартов в работах по стандартизации в 2023 году.

Анализ режимов мультимодальной национальной стандартизации в 2024 году показал незначительное увеличение доли рыночного режима по сравнению с 2023 годом. Распределение между государственным и рыночным режимами, по данным автора, рассчитанным на основании методических подходов, опубликованных во втором номере журнала «Стандарты и качество» [13], по итогам 2024 года составило 61% к 39% соответственно.

Прогнозное значение вклада частных разработчиков стандартов в ежегодный объем работ по стандартизации до 2027 года с учетом сокращения инвестиционной активности российского бизнеса в условиях:

высокой степени влияния кризисных явлений в экономике, вызванных усиливающимся санкционным давлением со стороны стран Евросоюза и ряда примкнувших к ним других стран;

высокой процентной ставки по кредитам и займам в связи с реализацией политики Центральным банком России по охлаждению российской экономики и таргетированию инфляции до уровня 4% в 2025 году;

составит от 40% до 50%.

Увеличение числа частных разработчиков национальных и межгосударственных стандартов за счет введения новых мер экономического стимулирования в виде косвенного субсидирования по аналогии с мерами налогового стимулирования для компаний, ведущих свою деятельность в сфере ИТ-технологий, будет способствовать достижению искомых 75% ежегодно разрабатываемых стандартов бизнес-сообществом. Обоснование такого подхода требует незначительных исследований и по силам экспертному и научному сообществу стандартизаторов и государственным регуляторам.

Список литературы

1. Федеральный закон от 05.10.2015 № 276-ФЗ «Об исполнении федерального бюджета за 2014 год».
2. Федеральный закон от 31.10.2016 № 377-ФЗ «Об исполнении федерального бюджета за 2015 год».
3. Федеральный закон от 16.10.2017 № 287-ФЗ «Об исполнении федерального бюджета за 2016 год».
4. Федеральный закон от 11.10.2018 № 354-ФЗ «Об исполнении федерального бюджета за 2017 год».
5. Федеральный закон от 16.10.2019 № 332-ФЗ «Об исполнении федерального бюджета за 2018 год».
6. Федеральный закон от 15.10.2020 № 314-ФЗ «Об исполнении федерального бюджета за 2019 год».
7. Федеральный закон от 25.10.2021 № 361-ФЗ «Об исполнении федерального бюджета за 2020 год».
8. Федеральный закон от 14.07.2022 № 249-ФЗ «Об исполнении федерального бюджета за 2021 год».
9. Федеральный закон от 24.07.2023 № 329-ФЗ «Об исполнении федерального бюджета за 2022 год».
10. Федеральный закон от 08.07.2024 № 161-ФЗ «Об исполнении федерального бюджета за 2023 год».
11. Федеральный закон от 23.07.2025 № 220-ФЗ «Об исполнении федерального бюджета за 2024 год».
12. Барыкин А.Н. Прикладные аспекты мультимодальной национальной стандартизации / А.Н. Барыкин // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025 – № 3(84). – С. 59–66.
13. Барыкин А.Н. Мультимодальная стандартизация в Российской Федерации: подходы к исследованию и ретроспективный анализ / А.Н. Барыкин // Стандарты и качество. – 2025. – № 2. – С. 16–23.
14. ФГБУ «Институт стандартизации: официальный сайт. – М. – Обновляется в течение суток. – URL: https://gostinfo.ru/ (даты обращений: 1.10 – 17.11.2025). – Текст: электронный.

References

1. Federal Law No. 276-FZ of October 5, 2015 «On the Execution of the Federal Budget for 2014».
2. Federal Law No. 377-FZ of October 31, 2016 «On the Execution of the Federal Budget for 2015».

3. Federal Law No. 287-FZ of October 16, 2017 «On the Execution of the Federal Budget for 2016».
4. Federal Law No. 354-FZ of October 11, 2018 «On the Execution of the Federal Budget for 2017».
5. Federal Law No. 332-FZ of October 16, 2019 «On the Execution of the Federal Budget for 2018».
6. Federal Law No. 314-FZ of October 15, 2020 «On the Execution of the Federal Budget for 2019».
7. Federal Law No. 361-FZ of October 25, 2021 «On the Execution of the Federal Budget for 2020».
8. Federal Law No. 249-FZ of July 14, 2022 «On the Execution of the Federal Budget for 2021».
9. Federal Law No. 329-FZ of July 24, 2023 «On the Execution of the Federal Budget for 2022».
10. Federal Law No. 161-FZ of July 8, 2024 «On the Execution of the Federal Budget for 2023».
11. Federal Law of 23.07.2025 No. 220-FZ «On the Execution of the Federal Budget for 2024».
12. Barykin, A.N. Applied Aspects of Multi-modal National Standardization [Text] / A.N. Barykin // Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025. – No. 3 (84). – Pp. 59-66.
13. Barykin, A.N. Multi-modal Standardization in the Russian Federation: Research Approaches and Retrospective Analysis [Text] / A.N. Barykin // Standards and Quality. - 2025. – No. 2. – Pp. 16-23.
14. Federal State Budgetary Institution "Institute of Standardization": official website. - Moscow. – Updated within 24 hours. – URL: https://gostinfo.ru/ (dates of access: 1.10 – 17.11.2025). – Text: electronic.

Для цитирования
Владимирцев А.В., Иванова Г.Н. Развитие методологии устойчивого развития в национальной системе стандартизации / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 20–27.

УДК 65.018:006.06

РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ

***Владимирцев А.В.**, генеральный директор АС «Русский Регистр», член Общественного Совета при Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии*
***Иванова Г.Н**., канд. экон. наук, заместитель генерального директора АС «Русский Регистр», председатель ТК 115 «Устойчивое развитие», доцент Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения*

Статья посвящена влиянию стандартов на устойчивое развитие. Рассматриваются эволюция объектов и цели стандартизации в разные периоды. Особое внимание уделяется современности. Обосновывается необходимость применения стандартов как инструментов устойчивого развития. Описывается состояние работ по стандартизации в этой области. Также внимание уделяется новым принципам разработки стандартов с учетом подходов устойчивого развития.

Ключевые слова: стандартизация, устойчивое развитие, технические комитеты, качество жизни, цели устойчивого развития.

DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT METHODOLOGY IN THE NATIONAL STANDARDIZATION SYSTEM

***Vladimirtsev A.V.,** general director of the CA «Russian Register», member of the Public Council at the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology, Moscow*
***Ivanova G.N.,** Deputy director general of the CA "Russian Register", Chairman of TC 115 «Sustainable development», Associate Professor at St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Candidate in Economics, Associate Professor, St. Petersburg*

The article describes the relationship between standards and sustainable development. It justifies the importance of the role of standards in addressing sustainable development issues, based on analysis of the evolution of standardization, including the achievement of 17 Sustainable Development Goals. The current state of national standardization in this field is briefly described. Special attention is given to the activities of TC 115 «Sustainable development». Based on an analysis of international instruments, the current principles of standards development taking into account sustainable development approaches are described.

Keywords: standardization, sustainable development, technical committees, quality of life, sustainable development goals.

В 2025 году отечественная стандартизация отмечает 100-летний юбилей. 15 сентября 1925 года был образован первый отечественный орган в этой сфере – Комитет по стандартизации. Несмотря на краткий (по историческим меркам) отрезок времени, за этот период отечественная стандартизация претерпела значительную эволюцию. Менялись как объекты стандартизации, так и цель ее развития.

Идеей первоначального этапа развития могут служить слова одного из руководителей отечественной стандартизации Алексея Петровича Гастева (1881–1941): «Стандартизация есть, прежде всего, наука о качестве продукции» [4]. То есть стандарты рассматривались как инструмент управления производственными процессами, и в первую очередь процессами,

связанными с изготовлением продукции. Они применялись как технический инструмент работниками на своих рабочих местах и на уровне производственного участка. Объектом же стандартизации служила сама продукция.

Однако в дальнейшем по мере индустриализации страны, развития промышленности возникло понимание, что качество изделия зависит не только от умения и способностей отдельного работника, но и от качества производственных процессов, которыми тоже необходимо управлять. Все это не могло не отразиться на стандартах, рамки применения которых значительно расширились. Производственные процессы были включены в число объектов стандартизации. Тем самым повысился и уровень управления – до уровня подразделений предприятия.

Рост сложности и объемов производства привел к необходимости расширения области применения стандартов, которые регламентировали уже все процессы и все направления деятельности предприятия. Как указывал Василий Васильевич Бойцов (1907–1997), возглавлявший Госстандарт СССР в 1963 – 1984 гг.: «Стандартизация – элемент системы управления предприятием».

Однако, даже значительно расширив свои рамки, стандартизация все же осталась прежде всего техническим инструментом. Иными словами, она рассматривалась только в приложении к процессам производства товаров и услуг. При этом, как известно, долгое время соблюдение требований стандартов носило обязательный характер. Несоблюдение влекло штрафные санкции.

Период экономических реформ коренным образом поменял роль отечественных стандартов, поскольку применение их требований стало добровольным. Поменялось и само предназначение стандартизации. По мере реализации и внедрения рыночных механизмов стандартизация рассматривалась и как инструмент защиты прав потребителя, как инструмент технического регулирования и содействия скорейшему вступлению страны во Всемирную торговую организацию, и как инструмент для развития добросовестной конкуренции. Академик В.В. Окрепилов, характеризуя данный этап, подчеркивал, что характерной его особенностью стало превращение стандартизации из технического инструмента в экономический, то есть стандартизация стала рассматриваться как инструмент управления экономикой [8].

Современный этап развития отечественной стандартизации начинался в 2015 году, когда был снова принят закон «О стандартизации в Российской Федерации». Одной из существенных особенностей настоящего этапа является усиление внимания к понятию «качество жизни» как к наиболее существенному фактору влияния на жизнедеятельность человека. Сегодня именно высокое качество жизни населения является главной предпосылкой для завоевания страной авторитета и выхода ее на лидирующие позиции на международной арене. Это вполне объяснимо, так как в глобализирующемся мире, в котором снижается роль государственных границ и расположение предприятий уже не имеет большого значения, ни размер территории, ни наличие природных ресурсов и развитой промышленности уже не играют существенной роли.

Опыт мирового развития показывает, что высокое качество жизни есть прямое следствие повышения устойчивости развития страны. Напомним, что устойчивое развитие основывается на постоянных инновациях во всех отраслях жизнедеятельности, то есть на постоянном повышении качества.

Таким образом, главными целями отечественной стандартизации на современном этапе развития можно считать как повышение качества жизни, так и содействие устойчивому развитию.

Необходимо подчеркнуть, что в законе «О стандартизации в Российской Федерации» повышение качества жизни населения указано как одна из целей стандартизации [2].

Эта цель приводит к необходимости расширения области применения стандартизации; в частности, стандарты необходимо применять и в процессах, связанных с управлением территориями и развитием сообществ, расположенных на этих территориях. Опыт

предыдущих исследований показал нам, что сообщества можно в некотором смысле уподобить промышленным предприятиям. Точно так же, как предприятие производит продукцию, сообщество «производит» качество жизни. И точно так же, как устойчивое развитие предприятия на основе стандартов ведет к постоянному повышению качества продукции, устойчивое развитие сообществ (территорий) ведет к постоянному повышению качества жизни населения. Следовательно, применение стандартов для управления соответствующими процессами, управления территориями, оправданно и необходимо.

Таким образом, если вначале стандартизация представляла собой простой технический инструмент, используемый исключительно на производстве, то сегодня она является научной дисциплиной, затрагивающей интересы практически каждого человека.

Рассмотрим теперь, что способствует эволюционным изменениям в стандартизации. С научной точки зрения стандартизация объединяет в себе три части (рис.1), а именно: научную методологию, которая возникает в результате развития философии, политэкономии, социологии, информатики, математики и т.д.; специальные (эмпирические) знания, которые предоставляют исследования в экономике, экологии социальных отношениях, и теоретические знания, предоставляемые общесистемной теорией стандартизации. Применение их позволяет использовать системный подход при разработке, внедрении и реализации документов по стандартизации [3]. Существенной отличительной чертой современности является также и требование к общесистемной теории стандартизации в полной мере учитывать принципы и подходы устойчивого развития.

Документы по стандартизации разрабатываются на основе этих частей. Как известно, в них формируются новые подходы, устанавливаются новые требования к продуктам, методам измерений, методам управления и т.д. Закономерным следствием применения стандартов является фиксация нового качества, что, в свою очередь, не может не влиять на сообщества, способствуя устойчивости их развития, то есть повышению качества жизни.

Можно говорить о двоякой роли документов по стандартизации. Поскольку они разрабатываются на основе консенсуса, то они учитывают потребности и ожидания всех заинтересованных сторон, в том числе и сообществ, которые таким образом выражают свои интересы, то есть стандарты есть продукт сообществ. И в то же время, поскольку они влияют на сообщества, они же являются и инструментом их развития.

Следует сказать и о том, что сейчас стандарты становятся важной частью механизма реализации задач, обеспечивающих достижения национальных целей развития Российской Федерации [1]. В частности, в соответствии с директивным указанием о формировании проекта национальной стандартизации на 2026 год появилась возможность указывать национальную цель развития, которую поддерживает новый стандарт.

Рис. 1. Составляющие стандартизации на современном этапе развития [6]

Современный этап развития человеческого общества характеризуется лавинообразным увеличением новшеств, причем не только в технической области, но и в области социологии и культуры. Все это приводит к изменениям в целях и ценностям сообществ как на региональном, так и на глобальном уровнях. Одним из таких изменений является необходимость принятия сообществами постиндустриальных стандартов качества жизни и освоение их. Без этого невозможна полноценная интеграция в глобализирующемся мире. Естественно, что новшества возможны только в случае ускоренного научного развития, то есть создания как новых научных знаний в области физики, химии, экономики, психологии, так и новой методологической основы научных исследований. Следует сказать и о том, что постоянное расширение объема новшеств приводит и к изменению взгляда на национальное богатство страны. Сегодня недостаточно просто иметь промышленность, необходимо постоянно ее развивать, внедрять новые знания и технологии. Следовательно, сегодня лидером может считаться тот, кто владеет ими. Очевидно, что эффективное применение новых знаний невозможно без появления соответствующих новых стандартов. Следствием такого положения является необходимость вести работы по стандартизации на системной основе, то есть развивать стандартизацию именно как систему.

Выполнению данного требования способствуют основополагающие стандарты [11]. Они представляют собой комплекс документов, в которых сформулированы основные понятия, цели и задачи стандартизации, организацию и методику проведения работ по стандартизации в стране, порядок разработки, оформления, согласования, утверждения, издания, обращения, внедрения стандартов и другой нормативно-технической документации, а также контроля за их внедрением и соблюдением.

Следует отметить, что ускорение темпов научно-технического прогресса, постоянное появление инноваций ведет к возникновению необходимости оценки их свойств, и в первую очередь безопасности. При этом зачастую такая оценка невозможна ввиду отсутствия стандартов. Таким образом сегодня мы сталкиваемся с необходимостью ускоренного развития именно опережающей стандартизации, чьей главной задачей как раз и является установление норм и требований к разрабатываемой продукции.

Несмотря на все сложности и перипетии современной международной обстановки, переход к устойчивому развитию является объективной потребностью и безальтернативным путем движения человеческой цивилизации. Только так можно решить многочисленные проблемы, возникающие в экологической и социальной сферах и ставящие под угрозу даже само существование человечества. Однако для успешного достижения поставленной цели необходимо обеспечить единообразное понимание смысла и задач развития. Этому как раз способствуют современные стандарты, которые устанавливают единые термины и определения, единую методологию оценки результатов и единые принципы управления. Воплощая в себе лучшие технические и управленческие решения, стандарты, в отличие от патентов, делают эти знания доступными для широкого круга потребителей, способствуя тем самым общему повышению уровня производства.

В полной мере это относится и к устойчивому развитию. Организация Объединенных Наций считает, что стандарты являются ведущими факторами влияния в вопросах устойчивого развития. Фиксируя лучший мировой опыт и практики, стандарты не «закрывают» их (как патенты), а, наоборот, делают их доступными для широкого круга потребителей. Применение стандартов позволяет сделать продукты и услуги безопасными, надежными, в полной мере соответствующими запросам потребителей.

Поэтому ООН развивает свое сотрудничество с Международной организаций по стандартизации (ИСО). Свидетельством этому, например, служит пример Стратегии ИСО, разработанной в 2021 году. «Горизонтом планирования» для Стратегии служит 2030 год, то есть год окончания действия принятой под эгидой ООН в 2015 году «Повестки дня в области устойчивого развития». В данном документе сформулированы 17 Целей устойчивого развития, которые представляют собой план действий, нацеленный на улучшение благосостояния в странах и защиту планеты. Можно добавить, что одной из ключевых тем для обсуждений на

Генеральной Ассамблее ИСО 2024 года (г. Картахена, Колумбия) были как раз стандартизация и устойчивое развитие.

В настоящее время уже разработано достаточно большое количество стандартов, прямо или косвенно способствующих достижению той или иной конкретной ЦУР. [5] При этом наибольшее «продвижение» отмечено в ЦУР, связанных с достойной работой и экономическим ростом, индустриализацией и инновациями; охраной здоровья человека; ответственным потреблением и производством; устойчивым развитием городов и населенных пунктов (ЦУР 8, ЦУР 9, ЦУР 3, ЦУР 11, ЦУР 12).

Говоря о качестве жизни, следует упомянуть и такую проблему, как качество управления. Без инноваций в управление инновации в другие области жизнедеятельности становятся малоэффективными. Следовательно, задачу повышения устойчивости развития можно рассматривать как задачу управления, которую, как известно, можно эффективно решать только на основе достоверных (то есть измеряемых) результатов. Здесь следует упомянуть, что результаты предыдущих исследований показали, что управление устойчивым развитием организации основывается на измерении и оценке ее показателей в соответствии с составляющими устойчивого развития. (Экономика, экология и социальная ответственность.)

Мы вполне можем считать устойчивое развитие процессом, причем прогрессивным и управляемым. А это дает основание применить наилучшие практики, в данном случае стандарты, в том числе на системы менеджмента (СМ).

В то время как существующие стандарты на СМ обеспечивают уверенность в продукции, услугах, экологических аспектах и соблюдении требований организации, система менеджмента устойчивого развития создает основу для способности организации определить и реализовать устойчивую стратегию, основанную на ЦУР. В подтверждение этого мы видим, что в ИСО начались процессы разработки стандартов на СМ по целям ЦУР [8,9].

Разработкой стандартизованных подходов к устойчивому развитию в России занимается ТК 115 «Устойчивое развитие».

В настоящее время его усилиями разработан комплекс стандартов для управления как территориями, так и организациями (рис. 2, 3).

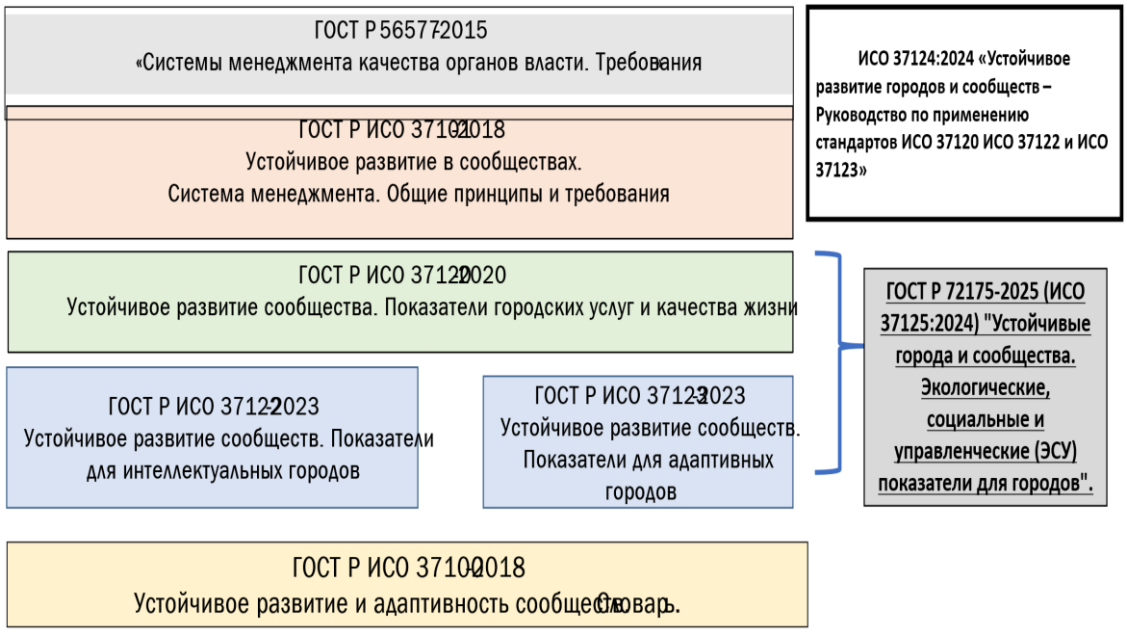


Рис. 2. Комплекс стандартов для управления городами [6]

Рис. 3. Комплекс стандартов для управления организациями [6]

Значительный вклад в разработку стандартов для целей устойчивого развития вносят ТК 483 «Экономика замкнутого цикла, совместное потребление и устойчивое финансирование», ТК 100 «Стратегический и инновационный менеджмент», ТК 122 «Стандарты финансовых операций»; ТК 010 «Менеджмент риска» и др.

Однако разработка (не внедрение) отдельных стандартов не способна сама по себе способствовать переходу к устойчивому развитию. Этот переход – чрезвычайно сложная и комплексная проблема, которую можно решить только путем объединения усилий. Можно даже говорить о возникновении «почвы» для такого объединения – новой философии, которая считает, что человечеству нужны коренные преобразования в его хозяйственной деятельности. Конечность ресурсов заставляет задуматься о повышении эффективности их использования, переходе к замкнутым моделям экономики, к согласованию интересов предпринимателей и общества. Такой подход означает, кроме всего прочего, также и то, что вопросы устойчивого развития должны стать обязательной частью при разработке различных планов и программ развития, нормативных документов, включая и стандарты.

Международным сообществом уже выработан ряд правил и рекомендаций о том, каким образом можно выполнять данное условие.

Следует сразу сказать, что влияние стандартов на вопросы устойчивого развития может быть и неоднозначным. Например, новые стандарты на добавки к полимерам: продлевать ли срок службы изделий из них и их эксплуатационные характеристики? Но в то же время такие добавки могут усложнить переработку изделий или даже представлять потенциальную угрозу для человеческого здоровья или природы. Другим примером может послужить решение проблемы освещенности рабочих мест. Понятно, что с точки зрения экономии ресурсов необходимо снижать расходы на освещение, но с точки зрения профгигиены важно сохранение уровня освещенности.

В подобных случаях предлагается рассматривать несколько вариантов стандарта или же исходить из актуальности и значимости проблем. Понятно, что во втором случае приоритет необходимо отдать человеку, то есть соблюдению надлежащего уровня освещенности [10].

Международные документы рекомендуют техническим комитетам по стандартизации ясно определить, каким образом они в своей работе будут учитывать вопросы устойчивого развития. Например, для их рассмотрения может быть создан особый подкомитет или рабочая группа, или же каждый подкомитет или рабочая группа будут их рассматривать на своих заседаниях.

Поскольку вопросы устойчивого развития затрагивают интересы значительного большинства, – то естественным представляются рекомендация обеспечения надлежащего представительства и эффективного партнерства, а также прозрачности деятельности (в том числе открытости информации) и соблюдения этических норм.

Поскольку устойчивое развитие слагается из трех составляющих – общество, окружающая среда и экономика, то эти направления и следует обсуждать при разработке того

или иного стандарта. В качестве таковых можно назвать: социальное равенство; трудовые отношения; здоровье и безопасность; образование, обучение и грамотность; участие в общественной жизни; культура; качество жизни; использование природных ресурсов; использование энергии; изменение климата; загрязнение земли, воды или воздуха; защита биоразнообразия и природных сред обитания; бедность; бизнес; доход; экономические показатели и развитие; технологии инновации; стоимость и цепочки поставок.

Понятно, что данные вопросы являются в значительной степени общими, поэтому для более эффективной работы членам технического комитета предлагается сосредотачиваться на выявлении тех из них, какие в данный момент времени являются актуальными. Например, насколько велико потенциальное воздействие объекта стандартизации на окружающую среду, природные ресурсы, экономическое развитие, здоровье, безопасность и благополучие, права человека, трудовые и потребительские права. При этом немаловажной частью такой оценки является ее методика, поскольку она позволяет выявить характер такого воздействия (положительное или отрицательное), а также ее уровень.

Учету вопросов устойчивого развития способствует ряд подходов, среди которых можно назвать системный, риск-ориентированный, подход, основанный на жизненном цикле, подход с точки зрения заинтересованных сторон и т.д.

Применение этих подходов означает, что разработчики должны, например, рассматривать вопросы устойчивого развития с точки зрения не только экологии, но и социального развития. Также следует учитывать (например, для продукции) ее воздействие на устойчивое развитие на всех этапах жизненного цикла.

Также следует рассматривать, каким образом стандарт может повлиять на заинтересованные стороны с точки зрения устойчивого развития. При этом необходимо заранее выявлять все потенциальные угрозы окружающей среде и человеческому здоровью для принятия предупредительных мер [10].

В зависимости от типа стандарта эти требования могут выполняться разными способами. Так, стандарты на процессы и стандарты на измерения и определения описывают процессы, которые могут оказывать влияние на устойчивость. Следовательно, при разработке данных стандартов следует обращать внимание на такие аспекты, как:

– экологические, в том числе соблюдение экологических требований при производстве, распределении и использовании энергии и материалов, необходимых для внедрения стандарта;

– безопасный труд людей, включенных в процесс производства материалов, необходимых для внедрения стандарта;

– влияние на окружающую среду, здоровье и безопасность людей при внедрении и выполнении процессов, предусмотренных стандартом;

– повышение возможностей для экономии ресурсов за счет повышения эффективности деятельности;

– технологический прогресс, появление новых отраслей производства, а также новых направлений занятости.

В качестве конкретных вопросов, которые следует рассматривать при разработке стандартов на продукцию и услуги, можно назвать:

– объем и номенклатуру используемых ресурсов и затрат на протяжении всего жизненного цикла продукта;

– объем выбросов парниковых газов на протяжении всего жизненного цикла продукта;

– потенциальное воздействие на человеческое здоровье и безопасность в результате использования продукта;

– условия труда работников;

– последствия для прав человека и сообществ;

– кто является выгодоприобретателем в результате производства и использования продукта или услуг;

– каким образом продукт или услуга влияет на экономическое развитие или инновации;

– что происходит с продукцией после окончания ее жизненного цикла.

Что касается стандартов на системы менеджмента, то они скорее оказывают косвенное воздействие на устойчивость. В частности, они могут изменять влияние на процессы, регулируемые той или иной системой менеджмента. Например, изменять условия оплаты труда работников, менеджмент взаимоотношений с заинтересованными сторонами, а также способствовать улучшению различных программ и стратегий по вопросам устойчивости.

Учет принципов и подходов устойчивого развития может послужить основанием для пересмотра стандарта. Роль и значение тех или иных конкретных вопросов устойчивости естественным образом может меняться с момента составления или пересмотра предыдущего издания стандарта.

Ежегодно 14 октября отмечается Всемирный день стандартов. В этом году он проходит под девизом: «Общее видение лучшего мира: в центре внимания ЦУР 17 – Партнерство ради достижения целей». Проводимые в честь этого дня мероприятия будут посвящены изучению того, как стандарты обеспечивают общую основу, позволяющую осуществлять конструктивное сотрудничество между отраслями промышленности, правительствами и организациями для достижения общих целей [12].

Список литературы

1. Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года».
2. Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации» от 29.06.2015 № 162-ФЗ: // Администрация Президента России: официальный сайт. 2022. URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/39815.
3. Белобрагин В.Я., Зажигалкин А.В., Зворыкина Т.И. Основы стандартизации. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2017.
4. Гастев А.К. Плановые предпосылки. – М.: Изд-во НКРКИ СССР, 1926.
5. Иванова Г.Н. Успешные практики разработки стандартов устойчивого развития и ведения бизнеса // Устойчивое промышленное развитие. 2023. № 5.
6. Иванова Г.Н. Стандартизация для достижения целей устойчивого развития: Учебно-методическое пособие. Редакционно-методический центр ГУАП. 2025.
7. Окрепилов В.В. Качество – основа устойчивого развития // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. № 1–2 (58–59). – СПб.: ИПРЭ РАН, 2019.
8. Международный стандарт IWA 48:2024 «Структура для внедрения принципов охраны окружающей среды, социальной сферы и управления (ESG)».
9. Международный стандарт ISO/UNDP PAS 53002:2024 «Руководящие принципы содействия достижению целей Организации Объединенных Наций в области устойчивого развития (SDG).
10. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. https://www.rst.gov.ru/
11. Интернет-портал https://www.worldstandardsday.org/home.html

References

1. Decree of the President of the Russian Federation of 07.05.2024 N 309 "On the national development goals of the Russian Federation for the period up to 2030 and for the period up to 2036."
2. Federal Law "On Standardization in the Russian Federation" dated June 29, 2015, No. 162-FZ: // Administration of the President of Russia: official website. – 2022. – URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/39815.
3. Belobragin V.Ya., Zazhigalkin A.V., Zvorykina T.I. Basics of standardization. – M., RIA “Standards and Quality”, 2017.
4. Gastev A.K. Planning Prerequisites. – M., Publishing House of the NKRI USSR, 1926.
5. Ivanova G.N. Successful practices in developing standards for sustainable development and business management // Sustainable industrial development. 2023. No. 5.
6. Ivanova G.N. Standardization for Achieving Sustainable Development Goals. Study Guide. SUAI Editorial and Methodological Center, 2025.
7. Okrepilov V.V. Quality is the basis for sustainable development. Economy of the North-West: problems and development prospects. No. 1–2 (58–59). – St. Petersburg: IPRE RAS, 2019.
8. International Standard IWA 48:2024 “Framework for the implementation of environmental, social and governance (ESG) principles”.
9. International standard ISO/UNDP PAS 53002:2024 “Guidelines for achieving the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs).
10. Official website of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology. https://www.rst.gov.ru/
11. Internet portal https://www.worldstandardsday.org/home.html

Для цитирования
Вылегжанина В.В., Воробьёв Г.В. Техническое регулирование и стандартизация как основа развития нефтегазового комплекса / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 28–30.

УДК 006.022

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Воробьёв Г.В., *старший преподаватель, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, директор департамента машиностроения и цифровых технологий, ФГБУ «Институт стандартизации», г. Москва*

Вылегжанина В.В., *магистрант, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, специалист, ФГБУ «Институт стандартизации», г. Москва*

Проведен комплексный анализ состояния и перспектив развития системы технического регулирования и стандартизации в нефтегазовом комплексе РФ. Исследование выявило ключевые направления работы на ближайшую перспективу: актуализация фонда документов по стандартизации в области нефтегазового комплекса, развитие работы в области межгосударственной стандартизации. В работе оценены стратегические ориентиры, заданные «дорожной картой» развития стандартизации до 2027 года и Энергетической стратегией до 2050 года.

Ключевые слова: технический регламент, перечень документов по стандартизации, доказательная база соответствия техническим регламентам, развитие стандартизации

TECHNICAL REGULATION AND STANDARDIZATION AS A BASIS FOR THE DEVELOPMENT OF THE OIL AND GAS COMPLEX

Vorobyov G.V., *senior lecturer, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, director of the Department of Mechanical Engineering and Digital Technologies, Russian Standardization Institute, Moscow*
Vylegzhanina V.V., *master's student, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, specialist, Russian Standardization Institute, Moscow*

A comprehensive analysis of the state and development prospects of the technical regulation and standardization system in the oil and gas complex of the Russian Federation was conducted. The study identified key areas of work for the near future: updating the collection of documents on standardization in the oil and gas sector, and developing work in the field of interstate standardization. The paper evaluates the strategic guidelines set by the roadmap for standardization development until 2027 and the Energy Strategy until 2050.

Keywords: technical regulations, list of standardization documents, evidence base of compliance with technical regulations, development of standardization.

Согласно ФЗ «О техническом регулировании» [1] технический регламент – это документ, который устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования. Сфера технического регулирования распространяется на три ключевые категории: выпускаемая продукция, сопровождающие ее процессы, а также выполняемые работы и оказываемые услуги.

К каждому техническому регламенту утверждается перечень объектов технического регулирования, подлежащих подтверждению соответствия требованиям технических

регламентов, а также перечень документов по стандартизации, обеспечивающих соблюдение этих требований.

Перед доказательной базой соответствия техническим регламентам на современном этапе стоит ряд сложных задач. В их числе приведение в актуальное состояние стандартов на методы испытаний и правила отбора образцов, а также ускорение процедуры превращения национальных стандартов в межгосударственные. Данная работа требует комплексного подхода, напрямую зависящего от активизации работы внутри технических комитетов по стандартизации.

Концепция и программа развития стандартизации в нефтегазовом комплексе на период до 2020 года [2]

По инициативе Министерства энергетики РФ технический комитет «Нефтяная и газовая промышленность» (ТК 023) совместно с РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина подготовили Концепцию развития системы стандартизации для нефтегазового комплекса [2]. Это позволило вывести сферу стандартизации и технического регулирования на новый уровень:

– фонд национальных стандартов стал ежегодно обновляться на 6–7%;

– доля гармонизированных стандартов достигла половины от их общего числа;

– были разработаны межгосударственные и национальные стандарты на средства контроля и учета нефти и газа;

– были разработаны стандарты для строительства и эксплуатации магистральных трубопроводных систем.

«Дорожная карта» развития стандартизации в РФ на период до 2027 года

В настоящее время Правительством РФ утвержден План мероприятий («дорожная карта») развития стандартизации на период до 2027 года [3]. Основной целью является актуализация Федерального информационного фонда стандартов, а именно:

– обновление устаревших документов по стандартизации, т.к. многие стандарты датируются XX веком, а целевой показатель (средний возраст документов) – 7 лет;

– повышение доли межгосударственных стандартов для актуализации перечней документов по стандартизации, обеспечивающих соблюдение требований технических регламентов.

Энергетическая стратегия РФ на период до 2050 года [4]

12 апреля 2025 года стало знаковой датой для энергетического сектора страны: в этот день Правительством РФ была одобрена Энергетическая стратегия [4], определяющая вектор развития до 2050 года. Главная цель документа – обеспечить технологическое превосходство России в ТЭК за счет массового внедрения и рационального применения отечественных технологических решений и оборудования, которое будет отвечать современным стандартам.

Поэтому Институт нефтегазовых технологических инициатив совместно с Росстандартом сформировали проект «дорожной карты» в области развития стандартизации новых технологий и техники, необходимых для обеспечения импортозамещения в области нефтегазового оборудования. Будет необходимо:

– разработать документы по стандартизации в области новых техник и технологий ТЭК;

– провести анализ на актуальность действующих документов по стандартизации в области нефтяной и газовой промышленности;

– проработать вопрос о создании межгосударственных стандартов на базе действующих национальных для их последующего использования при выполнении требований технических регламентов ЕАЭС.

Заключение

Межгосударственная стандартизация сегодня входит в число важнейших направлений работы. Основной причиной этого является заинтересованность ЕАЭС в построении доказательной базы соответствия техническим регламентам. Это диктует необходимость

снять ключевые барьеры и создать надлежащие условия для ускорения работы по стратегическим направлениям межгосударственной стандартизации. В целях минимизации рисков утверждения межгосударственных стандартов, занижающих установленные требования к качеству продукции и услуг, планируется осуществление структурного анализа фонда с последующим определением перечня стандартов, перспективных для разработки и актуализации в контексте технологической модернизации нефтегазовой промышленности.

Список литературы

1. О техническом регулировании [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ: принят Госдумой Федерального Собрания Российской Федерации 15 декабря 2002 г.: одобрен Советом Федерации Федерального Собрания Российской Федерации 18 декабря 2002 г. Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
2. Кершенбаум В.Я., Аванесов В.С., Гусева Т.А., Белозерцева Л.Ю. Концепция и программа развития стандартизации в нефтегазовом комплексе до 2020 года [Электронный ресурс] // Управление качеством в нефтегазовом комплексе: [сайт]. [2015]. URL: https://rucont.ru/efd/417969 (дата обращения: 11.10.2025).
3. План мероприятий («дорожная карта») развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года [Электронный ресурс]: утв. Правительством РФ 15 ноября 2019 г. Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
4. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года [Электронный ресурс]: утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации 12 апреля 2025 г. Доступ из информационно-правового портала «Гарант.Ру».

References

1. On technical regulation [Electronic resource] : Federal Law of the Russian Federation of December 27, 2002 №184-FL : adopted by the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation on December 15, 2002 : approved by the Federation Council of the Federal Assembly of the Russian Federation on December 18, 2002. Access from the Consultant Plus legal reference system.
2. Kershenbaum V.Ya., Avanesov V.S., Guseva T.A., Belozertseva L.Yu. The concept and program for the development of standardization in the oil and gas industry until 2020 [Electronic resource] // Quality management in the oil and gas industry: [website]. [2015]. URL: https://rucont.ru/efd/417969 (date of access: 11.10.2025).
3. Action plan («road map») for the development of standardization in the Russian Federation for the period up to 2027 [Electronic resource]: approved by the Government of the Russian Federation on November 15, 2019. Access from the Consultant Plus legal reference system.
4. Energy Strategy of the Russian Federation for the period up to 2050 [Electronic resource]: approved by Decree of the Government of the Russian Federation dated April 12, 2025. Access from the information and legal portal «Garant.Ru».

Для цитирования
Гусева Т.А., Пантелеев А.С. Аспекты международной, зарубежной и российской стандартизации подводных добычных комплексов / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 31–38.

УДК 622.276.04

АСПЕКТЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ, ЗАРУБЕЖНОЙ И РОССИЙСКОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ ПОДВОДНЫХ ДОБЫЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Гусева Т.А., *канд. техн. наук, доцент кафедры «Стандартизация, сертификация и управление качеством производства нефтегазового оборудования, член подкомитета 6 ТК 023 «Нефтяная и газовая промышленность», член подкомитета ISO/TC 67/SC 4 международного технического комитета ISO/TC 67 «Нефтяная и газовая промышленность, включая низкоуглеродную энергетику», ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина», г. Москва*
Пантелеев А.С., *канд. техн. наук, доцент кафедры «Стандартизация, сертификация и управление качеством производства нефтегазового оборудования», ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина», г. Москва*

Освоение морских нефтегазовых месторождений стало возможным благодаря развитию систем подводной добычи, включающих подводные добычные комплексы (ПДК). Обеспечить надежность, безопасность и совместимость высокотехнологичного оборудования в составе ПДК позволяют комплексные системы стандартизации на международном, отраслевом и национальном уровнях. В статье рассматриваются документы Международной организации по стандартизации ISO, Американского нефтяного института API и других обществ США, профильные норвежские стандарты, а также актуальные российские стандарты на отдельные блоки ПДК.

Ключевые слова: системы подводной добычи, подводные добычные комплексы, международная стандартизация, отраслевая стандартизация, национальная система стандартизации.

ASPECTS OF INTERNATIONAL, FOREIGN AND RUSSIAN STANDARDIZATION SUBSEA PRODUCTION COMPLEXES

Guseva T.A.*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Standardization, Certification and Quality Management of Oil and Gas Equipment Production, Member of Subcommittee 6 of TC 023 "Oil and Gas Industry", Member of Subcommittee ISO/TC 67/SC 4 of the International Technical Committee ISO/TC 67 "Oil and gas industries including lower carbon energy", National University of Oil and Gas «Gubkin University», Moscow*
Panteleev A.S.*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Standardization, Certification and Quality Management of Oil and Gas Equipment Production, National University of Oil and Gas «Gubkin University», Moscow*

The development of offshore oil and gas fields has become possible thanks to the development of subsea production systems, including subsea production complexes (SPC). Comprehensive standardization systems at the international, industry, and national levels ensure the reliability, safety, and compatibility of high-tech equipment within SPCs. This article examines documents from the International Organization for Standardization (ISO), the American Petroleum Institute (API), and other US societies, relevant Norwegian standards, and current Russian standards for individual SPC units.

Keywords: subsea production systems, subsea production complexes, international standardization, industry standardization, national standardization system.

С 2020 года современные национальные и предварительные национальные стандарты Российской Федерации, направленные на создание и развитие отечественных технологий и техники для освоения шельфовых нефтегазовых месторождений, разрабатываются Минпромторгом, Росстандартом и ПАО «Газпром» в рамках реализации «Программы по обеспечению нормативной документацией создания отечественной системы подводной добычи для освоения морских нефтегазовых месторождений» (далее – Программа стандартизации СПД). Для комплексного проведения работ по стандартизации в структуру профильного технического комитета ТК 023 «Нефтяная и газовая промышленность» был внесен подкомитет ПК 11 «Технологии и оборудование для подводной добычи углеводородов» [1].

В настоящее время комплекс из 190 стандартов ГОСТ Р и ПНСТ в области систем подводной добычи находится на завершающей стадии формирования [2], однако работы по стандартизации не ограничиваются выполнением отдельно взятой программы (справедливости ради, имеющей скорее межотраслевой характер по масштабу вовлеченности органов власти, компаний и смежных технических комитетов), так как предполагают непрекращающуюся актуализацию принятых документов по итогам применения их положений в практическом разрезе (тем более, что для предварительных национальных стандартов данное обстоятельство можно назвать необходимым).

Безусловно, разрабатываемые, принятые и действующие стандарты описываемого комплекса связаны с международными и иностранными документами на системы подводной добычи. В этой связи в данной статье предлагается рассмотреть аспекты подготовки и гармонизации нормативной базы на подводные объекты, а также зарубежные системы стандартизации, реализующие вопросы обеспечения нормативными положениями морских месторождений.

Согласно национальному стандарту ГОСТ Р 59304–2021 [3] система подводной добычи (СПД) – это совокупность одного или нескольких подводных добычных комплексов, надводных и береговых сооружений, предназначенных для добычи углеводородов на морских месторождениях с использованием подводного нефтепромыслового оборудования. В свою очередь, подводным добычным комплексом (ПДК) называют элемент СПД, состоящий из подводных сооружений, оборудования, систем и устройств, установленных на поверхность морского дна или заглубленных в грунт морского дна, обеспечивающих добычу пластовой продукции с использованием скважин с подводным расположением устьев.

Представляется возможным рассматривать существующие стандарты исходя из следующей предлагаемой классификации элементов подводных добычных комплексов, которая в общем виде включает перечисленные блоки:

1 – донные плиты, опоры фонтанной арматуры (ФА), опоры манифольдов;
2 – гибкие трубы, райзеры, клапаны, выкидные трубопроводы;
3 – системы управления и контроля;
4 – устьевое оборудование (ФА, манифольды);
5 – соединительные элементы (перемычки выкидных линий);
6 – шлангокабели;
7 – защитные элементы (от давления, температуры, коррозии и пр.);
8 – блоки обработки и распределения продукции;
9 – испытания и обслуживание.

В первую очередь необходимо подчеркнуть, что наиболее развитые и широко применяемые комплексы «морских» нефтегазовых документов по стандартизации разработаны следующими международной и зарубежными организациями: ISO (Международная организация по стандартизации), API (Американский нефтяной институт), NORSOK (Норвежская промышленная нефтяная ассоциация) и DNV (независимая норвежская компания).

При этом отдельные аспекты шельфовой добычи рассматриваются в стандартах ASME (Американского общества инженеров-механиков) и NACE (Национальной ассоциации

инженеров-коррозионистов: с 2021 года NACE вошла в состав AMPP – Ассоциации по защите и эксплуатационным характеристикам материалов), которые являются неотъемлемыми элементами сложносоставной системы стандартизации США и входят в преобладающую часть добровольных консенсусных стандартов. Таким образом, в отношении объектов подводных добычных комплексов наблюдается превалирование отраслевого уровня стандартизации одних из стран-лидеров шельфовой добычи в мире – США и Норвегии.

В то же время международные стандарты на ПДК, представленные в основном серией документов ISO 13628 с групповым заголовком «Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи» (Design and operation of subsea production systems), являются скорее следствием работ по стандартизации в профильных отраслях, так как разрабатываются в рамках подкомитета 4 Технического комитета ИСО 67 (ISO/TC 67/SC 4), секретариат которого ведет ANSI – национальный орган по стандартизации США [4]. Тем не менее для стран, не имеющих доступа к формированию нормативных требований в норвежских или американских организациях (в том числе с международным позиционированием типа NACE или ASTM International), но заинтересованных в морской нефтегазодобыче, таких как Китай или Российская Федерация, международный подкомитет ISO/TC 67/SC 4 является единственной площадкой для защиты национальных интересов. Отдельно следует отметить, что, несмотря на широкомасштабные рестрикции в отношении России, остается возможным применение документов Международной организации по стандартизации ИСО в качестве основы для национальных стандартов, что сохраняет доступ к актуальным технологиям по реализации систем подводной добычи.

Тем не менее наибольшим количеством ключевых стандартов на подводные добычные комплексы отличаются международная система ISO и американская отраслевая система API, при этом в последней документов различного рода по принятой классификации Американского нефтяного института – стандартов STD, спецификаций SPEC, практических рекомендаций RP, технических отчетов TR, бюллетеней BULL, публикаций PUBL – значительно больше, чем на международном уровне. Данное обстоятельство обусловлено не только уже упомянутым участием экспертов API через национальный орган ANSI в соответствующем техническом комитете ISO с целью нормативного трансфера используемых технологий, но и той проактивной ролью, которую в целом играет отраслевой уровень стандартизации в отдельно взятых национальных и региональных системах.

Следует констатировать, что в России вопрос отраслевых стандартов де-юре был решен только в 2015 году с принятием Федерального закона № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» [5] в пользу перевода подобных документов либо на национальный или межгосударственный уровень, либо на уровень стандартов организаций, а с 1 сентября 2025 года не допускается применение стандартов, не предусмотренных статьей 14 указанного Федерального закона. Между тем Американский нефтяной институт API уже более 100 лет занимается вопросами отраслевой консенсусной стандартизации, разрабатывая, опубликовывая и продвигая добровольные стандарты, многие из которых в настоящее время пережили уже десятки редакций (изданий).

Перед рассмотрением ключевых стандартов на системы подводной добычи, включая документы на подводные добычные комплексы, следует указать два базовых комплекса стандартов – на международном и отраслевом уровнях.

Как было отмечено выше, Международная организация по стандартизации в составе подкомитета ISO/TC 67/SC 4 «Буровое, эксплуатационное и нагнетательное оборудование» технического комитета ISO/TC 67 «Нефтяная и газовая промышленность, включая низкоуглеродную энергетику» разработала серию ISO 13628, содержащую 11 действующих стандартов (ISO 13628-1:2025 – ISO 13628-15:2011), что составляет почти треть от всех документов, подготовленных под эгидой данного подкомитета. Комплекс стандартов ISO 13628 охватывает различные аспекты, такие как общие системные требования, проектирование оборудования, системы управления, гибкие трубопроводы и подводные конструкции. Каждая часть серии посвящена конкретной подсистеме или компоненту и

приводит подробные рекомендации и требования по их разработке, изготовлению, установке и эксплуатации [6]. Большинство стандартов серии ISO 13628 разработаны на основе документов Американского нефтяного института серии API 17.

В свою очередь, комплекс отраслевых стандартов API 17 подготовлен отдельным подкомитетом SC17 Американского нефтяного института «Системы подводной добычи и обслуживания» (Subcommittee on Subsea Production & Intervention Systems). Согласно каталогу стандартов API 2025 года [7] в настоящее время серия включает 43 документа (API RP 17A – API RP 17Z). Целью их принятия являются стандартизация требований и предоставление рекомендаций по проектированию, производству, испытаниям, монтажу и эксплуатации подводного оборудования на базе обеспечения принципов безопасности, надежности и совместимости [8].

Рассмотрим базовые стандарты по вышеприведенной классификации элементов ПДК.

Блок 1 содержит перечень стандартов общего характера и стандарты на донные плиты и опоры. Наиболее значимыми стандартами блока 1 являются ISO 13628-1:2025 «Нефтяная и газовая промышленность, включая энергию с низким углеродным следом. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 1. Общие требования и рекомендации» (здесь и далее наименования международных стандартов ISO приведены по записям Федерального информационного фонда стандартов), ISO 13628-15:2011 «Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 15. Подводные конструкции и манифольды», API RP 17A (2022) Design and Operation of Subsea Production Systems – General Requirements and Recommendations (Проектирование и эксплуатация подводных добычных систем – Общие требования и рекомендации), API RP 17V (2015) Recommended Practice for Analysis, Design, Installation, and Testing of Safety Systems for Subsea Applications (Практические рекомендации по анализу, проектированию, установке и испытанию систем безопасности для подводных применений). Следует отметить, что обновленный в недавнем времени международный стандарт ISO 13628-1:2025 полностью переработан по сравнению с предыдущей версией, приведен в соответствие с API RP 17A (2022) и теперь является технически эквивалентным ему документом. В свою очередь, предыдущая версия данного международного стандарта легла в основу ГОСТ Р 59305–2021 «Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 1. Общие требования и рекомендации» (ISO 13628-1:2005, MOD).

Блок 2 содержит перечень стандартов на трубы и райзеры. Основополагающие стандарты блока включают ISO 13628-2:2006 «Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 2. Системы гибких труб многослойной структуры без связующих слоев для подводного и морского применения», API Std 2RD (2013) Dynamic Risers for Floating Production Systems (Динамические райзеры для плавучих систем добычи), NORSOK L-001 (2017) Piping and valves (Трубопроводы и трубопроводная арматура). При этом российский стандарт ГОСТ Р 59309–2021 «Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 2. Гибкие трубные системы многослойной структуры без связующих слоев для подводного и морского применения» является модифицированным по отношению к международному стандарту ISO 13628-2:2006. В свою очередь, спецификация Американского нефтяного института API SPEC 17J (2024) Specification for Unbonded Flexible Pipe (Спецификация для неизолированных гибких труб) неэквивалентно гармонизирована с ISO 13628-2:2006, так как предыдущая версия спецификации легла в основу данного международного стандарта. При этом API SPEC 17J (2024) включает в себя пересмотренные требования к квалификации новых слоев и конструкций труб, а также новые конструкции концевых фитингов с учетом современной технологической практики в дополнение к API RP 17B.

Блок 3 содержит перечень стандартов на системы управления и контроля ПДК. Ключевые стандарты блока представлены ISO 13628-6:2006 «Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 6. Системы управления подводной добычей», NORSOK U-102 (2020) Remotely operated vehicle

(ROV) services (Сервисы дистанционно управляемых аппаратов (ROV)), DNV-RP-F116 (2021) Integrity management of submarine pipeline systems (Управление целостностью подводных трубопроводных систем).

Необходимо подчеркнуть, что ГОСТ Р 71160–2023 «Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 6. Системы управления подводной добычей» является модифицированной версией ISO 13628-6:2006. Так же как и в предыдущем блоке, Американский нефтяной институт выпустил неэквивалентный международному стандарт на системы контроля – API Std 17F (2023) Standard for Subsea Production and Processing Control Systems (Стандарт на системы управления подводной добычей и переработкой). Обновления 5-го издания API Std 17F (2023) содержат масштабные изменения с целью совершенствования понимания положений стандарта, в частности, требования к гидравлическому давлению в системе объединены в один основной раздел и далее разбиты на отдельные пункты для лучшей идентификации и ссылок.

Блок 4 содержит перечень стандартов на устьевое оборудование. Значимые стандарты блока: ISO 13628-4:2010 «Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 4. Подводное оборудование устья скважины и устьевой елки», API RP 17P (2019) Recommended Practice for Subsea Structures and Manifolds (Практические рекомендации для подводных конструкций и манифольдов). В то же время действует обновленный отраслевой стандарт API Spec 17D (2021) Specification for Subsea Wellhead and Tree Equipment (Спецификация на подводное устьевое и фонтанное оборудование) – предыдущая версия была эквивалентна ISO 13628-4:2010. API Spec 17D (2021) содержит обновления и дополнения в отношении требований к конструкции, материалам, сварке и контролю качества, включая заводские приемочные испытания (FAT), с целью применения актуального отраслевого опыта и новых технологий.

Следует отметить, что у ISO 13628-4:2010 есть идентичный национальный аналог – ГОСТ Р ИСО 13628-4–2016 «Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация подводных эксплуатационных систем. Часть 4. Подводное устьевое оборудование и фонтанная арматура».

Блок 5 включает перечень стандартов на соединительные элементы, перемычки выкидных линий, вспомогательное оборудование для гибких трубопроводов и пр. Базовыми стандартами выступают API RP 17R (2022) Recommended Practice for Flowline Connectors and Jumpers (Практические рекомендации на соединители и перемычки выкидных трубопроводов), API RP 17L2 (2021) Recommended Practice for Ancillary Equipment for Flexible Pipes and Subsea Umbilicals (Практические рекомендации на вспомогательное оборудование для гибких труб и подводных шлангокабелей), NORSOK L-005 (2023) Compact flanged connections (Компактные фланцевые соединения). Следует обратить внимание, что эквивалентный американским документам международный стандарт среди серии ISO 13628 отсутствует. Однако действует стандарт ISO 27509:2020 «Промышленность нефтегазовая. Компактные фланцевые соединения с кольцевыми уплотнениями IX», который изначально разработан на базе NORSOK L-005.

Блок 6 содержит перечень стандартов на шлангокабели. Ключевые стандарты блока: ISO 13628-5:2009 «Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 5. Подводные шлангокабели», API SPEC 17E (2017) Specification for Subsea Umbilicals (Спецификация на подводные шлангокабели), API TR 17TR10 (2015) Subsea Umbilical Termination (SUT) Design Recommendations (Рекомендации по проектированию подводного концевого соединения шлангокабеля (SUT)). Положения предыдущей версии (четвертого издания) спецификации API SPEC 17E (2011) идентичны ISO 13628-5:2009; в свою очередь, аналоги на международном или региональном уровне технического отчета API TR 17TR10 не разработаны.

Следует отметить, что ГОСТ Р 71204–2024 «Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 5. Подводные управляющие шлангокабели» модифицирован по отношению к ISO 13628-5:2009.

Блок 7 охватывает перечень стандартов на защитные элементы (от давления, температуры, коррозии и пр.). Значимыми стандартами блока являются API RP 17O (2014) Recommended Practice for Subsea High Integrity Pressure Protection Systems (HIPPS) (Практические рекомендации для подводных систем защиты от высокого давления (HIPPS)), DNV-RP-F106 (2019) Factory applied external pipeline coatings for corrosion control (Наружные заводские покрытия трубопроводов для защиты от коррозии). Следует отметить, что в 2011 году Международная организация по стандартизации рассматривала проект стандарта на основе первой редакции API RP 17O, поэтому в некоторых источниках можно встретить ссылки на ISO/DIS 13628-14 Petroleum and natural gas industries – Design and operation of subsea production systems – Part 14: Subsea high integrity pressure protection systems (HIPPS), однако данный проект международного стандарта (DIS) так и не был принят и введен в действие.

Также в рамках данного блока следует отметить документ API RP 17N (2017) Recommended Practice on Subsea Production System Reliability, Technical Risk, and Integrity Management (Практические рекомендации по надежности, техническому риску и управлению целостностью подводных добычных систем), предыдущая версия которого была эквивалентна международному стандарту ISO 20815:2008 «Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Обеспечение качества продукции и управление надежностью» (в России действует его идентичный аналог ГОСТ Р ИСО 20815–2013). В настоящее время международный стандарт обновлен до издания ISO 20815:2018 «Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Менеджмент гарантии качества и надежности продукции».

Блок 8 содержит перечень стандартов на блоки обработки (очистки, подготовки) и распределения продукции. Ключевые стандарты: API RP 17W (2021) Recommended Practice for Subsea Capping Stacks (Практические рекомендации для подводных запорно-устьевых сборок), ASME B31.8 (2025) Gas Transmission and Distribution Piping Systems (Трубопроводные системы транспортировки и распределения газа).

Блок 9 включает перечень стандартов на технологии диагностики, испытаний, оценивания элементов подводных добычных комплексов, а также их обслуживания. Основополагающие стандарты блока представлены ISO 17776:2016 «Нефтяная и газовая промышленность. Морские добычные установки. Управление опасностями крупных аварий при проектировании новых установок», API RP 17Q (2018) Recommended Practice on Subsea Equipment Qualification (Практические рекомендации по квалификации подводного оборудования), API TR 17TR3 (2004) An Evaluation of the Risks and Benefits of Penetrations in Subsea Wellheads Below the BOP Stack (Оценка рисков и преимуществ от вскрытия пласта в устьях подводных скважин ниже блока превенторов), NORSOK U-009 (2023) Life extension for subsea systems (Продление срока службы подводных систем). В России применяют ГОСТ Р ИСО 17776–2012 «Нефтяная и газовая промышленность. Морские добычные установки. Способы и методы идентификации опасностей и оценки риска. Основные положения», идентичный отмененной версии ISO 17776:2000.

В настоящее время в России, по данным Федерального информационного фонда стандартов [9], действуют 117 национальных документов по стандартизации с групповым заголовком «Системы подводной добычи», еще 4 документа приняты в 2025 году и еще не вступили в действие. В основном речь идет о предварительных национальных стандартах – в базе представлено 104 ПНСТ и 19 ГОСТ Р, межгосударственные стандарты ГОСТ отсутствуют, что объясняется нецелесообразностью проведения подобных работ в интересах всего сообщества стран СНГ. Следует отметить, что только один национальный стандарт имеет идентичную форму гармонизации с международным стандартом (ГОСТ Р ИСО 13628-4–2016 на подводное устьевое оборудование), причем он введен в действие задолго до принятия Программы стандартизации СПД. Остальные стандарты в рамках программы разрабатывались на базе инструментов эквивалентной, в том числе модифицированной, гармонизации с современными морскими международными стандартами (в первую очередь с документами серий ISO 13628 «Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи» и 19901 «Специальные требования к морским сооружениям»). Кроме того, при подготовке

ГОСТ Р и ПНСТ на СПД учитывались положения отраслевых и профильных стандартов таких стран, как США (приоритетно документы комплекса API 17), Норвегия (упомянутые NORSOK и DNV), Великобритания, Германия, а также документы признанных классификационных обществ.

Безусловно, отказ от идентичной формы гармонизации со стандартами ISO при подготовке национальных документов позволил ориентироваться на результаты базового проектирования, опытно-конструкторских работ, приемочных, приемо-сдаточных и комплексных испытаний оборудования для подводной добычи углеводородов, проводимых на базе ООО «Газпром 335» (основного разработчика стандартов на СПД) [10], однако вышеприведенный анализ международных и отраслевых стандартов на ПДК показал, что по многим классификационным блокам международные стандарты отстают от актуальных положений документов Американского нефтяного института и, скорее всего, в будущем будут приведены в соответствие с обновленными изданиями API (как произошло в 2025 году с основополагающим стандартом ISO 13628-1). Создание отечественного комплекса стандартов на системы подводной добычи должно предполагать постоянное обновление включенных в него документов: ожидается, что первым шагом на этом пути станет принятие национальных стандартов на основе действующих в настоящее время ПНСТ.

Помимо применения принципов комплексной (пакетной) стандартизации и гармонизации нормативных положений ключевыми тенденциями в области стандартизации ПДК можно назвать цифровизацию (не только технологических процессов подводной нефтегазодобычи, но и роботизированной инспекции объектов инфраструктуры), внедрение новых технологий для глубоководных и арктических проектов, а также управление целостностью системы. В этой связи исследование международных, отраслевых иностранных и национальных стандартов на системы подводной добычи в целом и подводные добычные комплексы в частности в конечном итоге позволят обеспечить безопасность, импортозамещение, экономическую эффективность и экологическую ответственность при эксплуатации морских нефтегазовых проектов.

Список литературы

1. Об организации деятельности технического комитета по стандартизации «Нефтяная и газовая промышленность» [Электронный ресурс]: Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и. метрологии от 2 авг. 2018 г. № 1644 (с изм. и доп.). URL: https://docs.cntd.ru/document/550918713 (дата обращения: 03.10.2025).
2. Масленицын И.А. Формирование российских стандартов на системы подводной добычи // Газовая промышленность. – 2025. – № 8 (885). – С. 136–140.
3. ГОСТ Р 59304–2021. Нефтяная и газовая промышленность. Системы подводной добычи. Термины и определения. М., 2021. 20 с.
4. ISO/TC 67/SC 4 Drilling, production and injection equipment [Электронный ресурс]. URL: https://www.iso.org/committee/49570.html (дата обращения: 03.10.2025).
5. О стандартизации в Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон Рос. Федерации от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федер. 19 июня 2015 г., одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 24 июня 2015 г. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181810/ (дата обращения: 03.10.2025).
6. ISO 13628-1:2005 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.iso.org/standard/36458.html (дата обращения: 03.10.2025).
7. API Publications Catalog 2025 [Электронный ресурс]. URL: https://www.api.org/-/media/files/publications/2025-catalog/2025_pubs%20catalog.pdf (дата обращения: 03.10.2025).
8. API RP 17A Design and Operation of Subsea Production Systems-General Requirements and Recommendations [Электронный ресурс]. URL: https://standards.globalspec.com/std/10156230/api-rp-17a (дата обращения: 03.10.2025).
9. Российский институт стандартизации. Интернет-магазин стандартов [Электронный ресурс]. URL: https://nd.gostinfo.ru/ (дата обращения: 03.10.2025).
10. Иван Масленицын: «Создание отечественной системы подводной добычи углеводородов – задача государственной важности, и мы шаг за шагом ее выполняем» [Электронный ресурс]. 05 мая 2025 г. URL: https://neftegas.info/articles/article/816 (дата обращения: 03.10.2025).

References

1. Ob organizacii deyatelnosti texnicheskogo komiteta po standartizacii «Neftyanaya i gazovaya promyshlennost»: Prikaz Federalnogo agentstva po texnicheskomu regulirovaniyu i. metrologii ot 2 avg. 2018 g. № 1644 (s izm. i dop.). (On the organization of activities of the technical committee for standardization "Oil and Gas Industry": Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated August 2, 2018 No. 1644 (as amended and supplemented), Available at: https://docs.cntd.ru/document/550918713 (accessed 03 October 2025).
2. Maslenitsyn I.A., Puzko L.V., Krivtsov E.R., Farrakhov V.N., Gurman R.A. Gazovaya promyshlennost – Gas Industry, 2025, no.8 (885), pp. 136–140.
3. GOST R 59304–2021. Neftyanaya i gazovaya promyshlennost. Sistemy podvodnoj dobychi. Terminy i opredeleniya. (Petroleum and natural gas industry. Subsea production systems. Terms and definitions). Moscow, 2021. 20 p.
4. ISO/TC 67/SC 4 Drilling, production and injection equipment, Available at: URL: https://www.iso.org/committee/49570.html (accessed 03 October 2025).
5. O standartizacii v Rossijskoj Federacii: feder. zakon Ros. Federacii ot 29 iyunya 2015 g. № 162-FZ: prinyat Gos. Dumoj Feder. Sobr. Ros. Federacii 19 iyunya 2015 g., odobr. Sovetom Federacii Feder. Sobr. Ros. Federacii 24 iyunya 2015 g. (On standardization in the Russian Federation: Federal Law of the Russian Federation of June 29, 2015 No. 162-FZ: adopted by the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation on June 19, 2015; approved by the Federation Council of the Federal Assembly of the Russian Federation on June 24, 2015), Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181810/ (accessed 03 October 2025).
6. ISO 13628-1:2005, Available at: https://www.iso.org/standard/36458.html (accessed 03 October 2025).
7. API Publications Catalog 2025, Available at: https://www.api.org/-/media/files/publications/2025-catalog/2025_pubs%20catalog.pdf (accessed 03 October 2025).
8. API RP 17A Design and Operation of Subsea Production Systems-General Requirements and Recommendations, Available at: https://standards.globalspec.com/std/10156230/api-rp-17a (accessed 03 October 2025).
9. Rossijskij institut standartizacii. Internet-magazin standartov (Russian Institute of Standardization. Online standards store), Available at: https://nd.gostinfo.ru (accessed 03 October 2025).
10. Ivan Maslenitsyn: «Sozdanie otechestvennoj sistemy podvodnoj dobychi uglevodorodov – zadacha gosudarstvennoj vazhnosti, i my shag za shagom ee vypolnyaem» (Ivan Maslenitsyn: "The creation of a domestic subsea hydrocarbon production system is a task of national importance, and we are implementing it step by step"). May 5, 2025, Available at: https://neftegas.info/articles/article/816 (accessed 03 October 2025).

Для цитирования
Денискина А.Р., Апостолов А.Г., Мурашева П.Д. Переход от традиционной системы стандартизации к SMART-стандартам: вызовы и возможности для России / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 39–42.

УДК 006.1

ПЕРЕХОД ОТ ТРАДИЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ К SMART-СТАНДАРТАМ: ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ РОССИИ

Денискина А.Р., *канд. техн. наук, доцент кафедры 104 ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Россия, г. Москва*
Апостолов А.Г., *студент группы М1О-111СВ-25 ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Россия, г. Москва*
Мурашева П.Д., *студент группы М1О-111СВ-25 ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Россия, г. Москва*

Статья посвящена анализу актуальных направлений развития российской системы стандартизации в условиях цифровой трансформации экономики и промышленного производства. Рассматриваются предпосылки и проблемы перехода от традиционных нормативных документов к SMART-стандартам, ориентированным на машиночитаемые форматы и интеграцию с современными информационными системами. Обосновывается необходимость внедрения SMART-стандартов для повышения эффективности управления бизнес-процессами организации циклов и обеспечения гибкости к частым изменениям рыночной среды. Делается вывод о том, что внедрение SMART-стандартов является важным этапом модернизации отечественной системы стандартизации, направленным на ее соответствие условиям цифровой экономики.

Ключевые слова: SMART-стандарт, стандартизация, техническое регулирование, машиночитаемые стандарты, цифровизация

TRANSITION FROM TRADITIONAL STANDARTIZATION SYSTEM TO SMART STANDARDS: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR RUSSIA

Deniskina A.R*., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department 104, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia*
Apostolov A.G*., student of the M1O-111SV-25 group of the Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia*
Murasheva P.D*., student of the M1O-111SV-25 group of the Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia*

The article examines current trends in the development of the Russian standardization system amid the digital transformation of the economy and industrial production. It highlights the prerequisites and challenges associated with the shift from conventional normative documents to SMART standards, which are focused on machine-readable formats and integration with modern information systems. The study substantiates the necessity of implementing SMART standards to enhance the efficiency of business process management, accelerate organizational process cycles, and ensure adaptability to frequent market changes. It is concluded that the introduction of SMART standards represents an essential stage in the modernization of the domestic standardization system, aimed at ensuring its compliance with the requirements of the digital economy.

Keywords: SMART standard, standardization, technical regulation, machine-readable standards, digitalization.

Развитие цифровой экономики и стремительный рост технологий сформировали концепцию четвертой промышленной революции, именуемой «Индустрия 4.0». Главной ее особенностью является высокий уровень согласованности и синхронизации бизнес-процессов, формирующих цепочку добавленной стоимости продукции/услуги, посредством реализации технологий (основ) Индустрии 4.0, определенных экспертами консалтинговой компании Boston Consulting Group в 2015 году и обозначенных как «девять столпов технологического прогресса», представленных в таблице.

Основы нынешнего технологического прогресса

Технология/Концепция	Описание
Большие данные	Сбор и обработка огромных объемов данных для принятия точных и обоснованных управленческих решений
Автономные роботы и H2M-интерфейсы	Роботы, способные выполнять задачи (операции) самостоятельно или под управлением человека через специальные интерфейсы взаимодействия «человек-машина»
Промышленный интернет вещей	Сеть, объединяющая все производственные компоненты воедино для обмена данными и оптимизации производственных процессов
Дополненная реальность	Технология, накладывающая виртуальные модели на реальные объекты, тем самым облегчающая сборку, подгонку, настройку и обслуживание оборудования
Симуляция	Использование виртуальных (цифровых) копий (двойников) оборудования и процессов для проектирования, тестирования и оптимизации без рисков для реального производства
Аддитивное производство	Технология послойного создания изделий, позволяющая изготавливать небольшие партии уникальных и персонализированных товаров
Глубокая интеграция всех производственных и бизнес-процессов	Объединение всех звеньев производственной цепочки – внутри компании и между кооперантами – для обеспечения согласованной и эффективной работы
Облачные технологии	Централизованная цифровая платформа для хранения данных, совместной работы и взаимодействия между людьми и информационными системами
Кибербезопасность	Комплекс мер для защиты цифровых данных и систем от несанкционированного доступа, утечек и кибератак

На пути к цифровой трансформации экономики и развитию «умного производства» возникает масса проблем в области технического регулирования, и основной из них является – устаревший формат представления документов.

В настоящее время подавляющее большинство нормативных документов, разработанных в рамках национальной системы стандартизации, которые устанавливают единые требования как к техническим характеристикам продукта, так и к порядку управления процессами организации, представлены в виде «статичных» текстовых документов в бумажном или электронном формате, что не соответствует требованиям актуального технологического уклада.

Качественный и полный переход организаций к концепции Индустрии 4.0 невозможен с текущей системой стандартизации. Информационные системы должны выполнять требования нормативной документации, предъявляемые к бизнес-процессам организаций, и своевременно реагировать на изменения данных требований, однако текущий формат регламентов не позволяет реализовать данные положения. Для решения данной проблемы было необходимо разработать новый, машинопонимаемый формат нормативных документов; так и возникла концепция «умных стандартов».

Международная организация по стандартизации (ИСО) (англ. International Organization for Standardization, ISO) и Международная электротехническая комиссия (МЭК) (англ.

International Electrotechnical Commission, IEC) (далее – ISO/IEC) активно сотрудничают в разработке «умных стандартов» – документов нового формата, содержащих как человекоориентированные, так и машиноориентированные данные. Совместная работа ISO/IEC направлена на построение инновационных бизнес-моделей, сбор практических кейсов, их анализ с целью выработки актуальных технических решений, соответствующих новому технологическому укладу. В классификации ISO/IEC документы, обладающие свойствами и характеристиками, позволяющими их машинное восприятие и обработку, называются SMART (Standards Machine Applicable, Readable and Transferable), то есть «стандарты, которые могут передаваться на машины, читаться машинами и применяться для машин».

Согласно классификационной модели цифровой зрелости, продемонстрированной Стратегической консультативной группой ИСО по машиночитаемым стандартам (англ. ISO Strategic Advisory Group on Machine Readable standards, ISO SAG MRS) в своем отчете от 2019 года и представленной на рисунке, SMART-стандарты занимают наиболее высокий – четвертый уровень цифровой зрелости.

Уровни цифровой зрелости согласно ISO SAG MRS

Отечественная система стандартизации не остается в стороне от мировых тенденций трансформации, а именно перехода к SMART-стандартизации. С целью нормативно-технического регулирования данного направления был создан Проектный технический комитет «Умные (SMART) стандарты» (ПТК 711), деятельность которого регулируется Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Именно создание ПТК 711 стало ответом национальной системы стандартизации на внедряемую во всем мире концепцию нового технологического уклада, соответствующего четвертой промышленной революции.

Основными задачами ПТК 711 «Умные (SMART) стандарты» являются разработка методологических основ отечественной SMART-стандартизации, определение требований к структуре SMART-стандартов, а также обеспечение высокой степени совместимости национальных решений с международными инициативами ISO/IEC.

Первый проект национального стандарта по SMART-стандартизации был разработан в Российской Федерации в 2023 году: ПНСТ 864–2023 «Умные (SMART) стандарты. Общие

положения». А в 2025 году был разработан ПНСТ 1016–2025 «Умные (SMART) стандарты. Архитектура и форматы данных». Эти документы стали первыми, в которых описаны и установлены требования к SMART-стандартам в Российской Федерации.

Согласно ПНСТ 864–2023: «умный (SMART) стандарт (SMART-стандарт): Совокупность данных, содержащихся в документе по стандартизации, представленных в машиночитаемом, машиноинтерпретируемом и машинопонимаемом форматах».

В соответствии с «дорожной картой» развития стандартизации до 2027 года дополнительное внимание уделяется внедрению и развитию ИТ-инструментов для разработки, обновления документов в области стандартизации и их информационной поддержки. Это полностью соответствует концепции разумной стандартизации.

Представленный в данной статье переход от текстовых стандартов к проекту SMART-стандарта является одним из ключевых направлений обязательного комплексного подхода к цифровой трансформации национальной системы стандартизации Российской Федерации. Ежедневная деятельность Проектного технического комитета ПТК 711 «Умные (SMART) стандарты» – это переход от текущего комплекса методических и организационно-технических решений национальной системы стандартизации к формированию в Российской Федерации целостной национальной экосистемы SMART-стандартов с соблюдением технологической совместимости, автоматизации и к цифровым интеграционным системам стандартизации.

Список литературы

1. Умные (SMART) стандарты // Акционерное общество «Информационная компания „Кодекс“» [Электронный ресурс]. – URL: https://cntd.ru/smart-standards?ysclid=mhf29j6tlk523067285. – Дата обращения: 05.11.2025.
2. Умные (SMART) стандарты. Архитектура и форматы данных: стандарт в деталях // Стандарты и качество. – 2025. – № 1 (1051).
3. SMART-стандарты [Электронный ресурс]. – URL: http://reforma.kodeks.ru/reforma/?nd=468240998 (дата обращения: 05.11.2025).
4. ПНСТ 864–2023 Умные (SMART) стандарты. Общие положения. – Введ. 01.02.2024. – Санкт-Петербург: АО «Кодекс», 2023. – 16 с.
5. ПНСТ 1016–2025 Умные (SMART) стандарты. Архитектура и форматы данных. – Введ. 01.02.2026. – Санкт-Петербург: АО «Кодекс», 2025. – 50 с.
6. Письмо Правительства Российской Федерации от 15 ноября 2019 г. № ДК-П7-9914 «О плане мероприятий («дорожная карта») развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года» // Техэксперт: профессиональная справочная система.

References

1. Smart Standards. Joint-Stock Company "Information Company ‘Kodeks’" [Electronic resource]. Available at: https://cntd.ru/smart-standards?ysclid=mhf29j6tlk523067285 (accessed 05 November 2025).
2. Smart (SMART) Standards. Architecture and Data Formats: Standard in Detail. *Standards and Quality, 2025,* No. 1 (1051).
3. Smart Standards [Electronic resource]. Available at: http://reforma.kodeks.ru/reforma/?nd=468240998 (accessed 05 November 2025).
4. PNST 864–2023 Smart (SMART) Standards. General Provisions. Introduced on 01.02.2024. St. Petersburg: JSC “Kodeks”, 2023. 16 p.
5. PNST 1016–2025 Smart (SMART) Standards. Architecture and Data Formats. Introduced on 01.02.2026. St. Petersburg: JSC “Kodeks”, 2025. 50 p.
6. Letter of the Government of the Russian Federation dated 15 November 2019 No. DK-P7-9914 “On the Roadmap for the Development of Standardization in the Russian Federation for the Period up to 2027.” *Techexpert: Professional Reference System.*

Для цитирования
Денискина А.Р., Дубровин А.В. Отечественная стандартизация. От единообразия к национальной интеллектуальной инфраструктуре / Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки III», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 43–46.

УДК 006.1

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ. ОТ ЕДИНООБРАЗИЯ К НАЦИОНАЛЬНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ

Денискина А.Р., *канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Россия, г. Москва*
Дубровин А.В., *канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Россия, г. Москва*

Статья прослеживает эволюцию отечественной стандартизации от первых ОСТ к современной системе как элементу национальной интеллектуальной инфраструктуры. Показана роль стандартов в формировании структуры отраслевого знания: задании понятийного каркаса, установлении требований, процедур и моделей. Обоснована концепция стандартов как «языка доверия» и инструмента инжиниринга смыслов.

Ключевые слова: семантический анализ, искусственный интеллект, онтология, гносеология, стандартизация.

DOMESTIC STANDARDIZATION: FROM UNIFORMITY TO A NATIONAL INTELLECTUAL INFRASTRUCTURE

Deniskina A.R., *Ph.D. of Engineering Sciences, associate professor, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow*
Dubrovin A.V., *Ph.D. of Engineering Sciences, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow*

The article traces the evolution of domestic standardization from the first OST standards to the modern system as an element of the national intellectual infrastructure. It highlights the role of standards in shaping the structure of industry knowledge: setting the conceptual framework, establishing requirements, procedures, and models. The concept of standards as a "language of trust" and a tool for engineering meanings is substantiated.

Keywords: semantic analysis, artificial intelligence, ontology, gnoseology, standardization.

Стандартизация играет фундаментальную роль в развитии общества и экономики, обеспечивая единообразие требований к продукции, процессам и услугам. На современном этапе стандарты становятся не только инструментом регулирования, но и важнейшей составляющей национальной интеллектуальной инфраструктуры.

Процедуры допуска продукции к обращению на рынке, подготовка технической документации и подтверждение соответствия были бы невозможны без системы единых стандартов. История отечественной стандартизации началась с создания в 1925 году Комитета по стандартизации при Совете Труда и Обороны, что стало отправной точкой развития стандартизации в СССР. Первый общесоюзный стандарт (ОСТ) был разработан и принят 7 мая 1926 года – это ОСТ 1 «Пшеница. Селекционные сорта зерна». В том же году появились стандарты на чугун, прокат черных металлов и некоторые товары народного потребления. Следует отметить, что развитие стандартизации в России началось еще раньше – с внедрения

метрической системы мер и весов, однако 1926 год принято считать временем появления первых общесоюзных стандартов [1].

Формирование системы стандартов продолжалось десятилетиями. Прогресс в науке и народном хозяйстве достигается через отбрасывание ложных положений, и стандарты становятся итогом фундаментальных и прикладных исследований и внедрения лучших мировых практик, направленных на рационализацию и достижение упорядоченности в различных сферах. Стандарты содержат требования, правила, таблицы, формулы, прошедшие испытание временем и разработанные для значимых отраслей.

Стандарты постоянно устаревают, поэтому технические комитеты, действующие в составе Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, регулярно обновляют фонд нормативных требований с учетом актуальных задач промышленности. В этих работах участвуют представители промышленности, оборонного комплекса, науки и бизнеса.

Так, к июлю 2016 года были утверждены перечни стандартов к 33 техническим регламентам Евразийского экономического союза (ЕАЭС). В них включено более 11 600 стандартов, из которых около 3 100 разработаны на основе международных стандартов ИСО, МЭК и ЕЭК ООН (26,4%), а 865 – на базе европейских аналогов (7,4 %) [2]. Только за прошедший год было введено рекордное число новых государственных стандартов – 1 776, причем большинство из них инициировано самими предприятиями, что свидетельствует о востребованности и практической значимости национальной системы стандартизации [3].

В настоящее время в Российской Федерации действует более 22 000 национальных стандартов, охватывающих все ключевые отрасли. Например, только в области искусственного интеллекта разработано 152 национальных стандарта [4]. Система технических комитетов, функционирующая в составе Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, обеспечивает координацию работ и участие широкого круга экспертов.

Стандартизация – это язык доверия. Однако, если взглянуть глубже, стандарты представляют собой не просто вербальную форму передачи информации, а уникальный инструмент инжиниринга смыслов. Они структурируют знания, формализуют требования, задают общие понятийные рамки там, где иначе царили бы неопределенность и разночтения.

Особо важно подчеркнуть роль стандартов как источника отраслевого знания, который зачастую превосходит традиционные учебно-методические материалы. Для поддержания конкурентоспособности национальной экономики требуется постоянное обновление стандартов, развитие цифровых платформ для их анализа и применения, а также гармонизация с международными системами. Все это требует эффективной координации между государством, бизнесом и научным сообществом.

В отличие от учебников, создаваемых ограниченным авторским коллективом и редко обновляемых, стандарты разрабатываются и регулярно пересматриваются широким кругом специалистов – инженерами, учеными, представителями бизнеса и отрасли. В ходе их подготовки происходят всесторонняя экспертиза, обсуждение и внедрение лучших практик. Благодаря этому стандарты отражают наиболее актуальное, проверенное и практически применимое знание, востребованное в реальной экономике и промышленности. Можно сказать, что национальный фонд стандартов – это элемент национальной интеллектуальной инфраструктуры. Постоянная деятельность участников национальной системы стандартизации направлена на сохранение и накопление интеллектуального капитала страны.

На практике стандарты уже сегодня используются в образовательных процессах как современные, достоверные и прикладные учебные материалы. Их внедрение в образовательные программы позволяет обеспечивать подготовку специалистов, полностью соответствующих требованиям отрасли. Более того, стандарты содержат не только требования и правила, но и формализованные определения, таблицы, формулы, ссылки на смежные документы, что делает их полноценной и структурированной базой для освоения профессиональных компетенций.

Благодаря стандартам участники рынка говорят на одном языке, не только в прямом, но и в самом глубоком смысле этого слова: они одинаково понимают, что такое качество, безопасность, совместимость.

Несмотря на то, что стандарты составляются как документы в естественно языковой форме, они хорошо структурированы и сегодня весьма приспособлены для семантического анализа, цифровизации и объединения в онтологии предметных областей. Кроме того, стандарты устанавливают термины и их определения для регулируемых предметных областей, а также содержат раздел "нормативные ссылки", что позволяет формировать смысловые взаимосвязи между терминами и стандартами, создавая структуру отраслевого знания по правилам гносеологии. Такой подход открывает возможности для интеграции стандартов в информационные системы, цифровую экономику и искусственный интеллект.

Современная система стандартизации сталкивается с новыми вызовами: ускоряющейся цифровизацией, необходимостью интеграции с международными требованиями, быстрыми изменениями технологий, в частности в сфере искусственного интеллекта и больших данных. Важной задачей остается подготовка специалистов, способных не только разрабатывать, но и применять стандарты в новых отраслях и условиях. В этой связи использование стандартов в образовательных процессах становится все более актуальным и востребованным.

Сегодня стандартизация становится еще и опорой для интеграции человеческих и машинных знаний, ускоряя внедрение инноваций. Обеспечивается не только согласованность действий между людьми и организациями, но и совместимость решений на уровне машин, программных платформ и искусственного интеллекта.

Стандарты способствуют интеграции человеческих и машинных знаний, а значит – открывают путь для развития искусственного интеллекта, цифровых платформ, умных производств. Концепция смарт-стандартов сейчас не только играет ключевую роль в традиционных областях, но и становится фундаментом для формирования новых сфер регулирования – таких, как Интернет вещей (IoT), Индустрия 4.0. Именно стандартизация задает общие понятийные и семантические рамки, необходимые для интеграции физических устройств, цифровых платформ и интеллектуальных систем.

В условиях IoT и киберфизических производственных систем терминология стандартов становится не просто средством коммуникации между людьми, но и универсальным языком взаимодействия между машинами, программами и сервисами. Термины и определения, формализованные в стандартах, приобретают статус онтологических сущностей, которые могут быть интерпретированы и обработаны как человеком, так и искусственным интеллектом.

В контексте применения такого подхода сначала определяется проблема или вопрос, который нужно решить. Затем формулируется гипотеза для объяснения проблемы и проверяется с помощью компьютерных моделей, позволяющих построить поле нормативных требований и концептуально найти в нем область существования практического работоспособного решения.

Смарт-стандарты – это уже сегодняшняя действительность. ТК 711 ведет деятельность по разработке предварительных стандартов (ПНСТ) [5]:

- 1.11.711–1.002.22 Умные (SMART) стандарты. Общие положения: Разработка завершена 28.02.2022, окончательная редакция – 31.10.2022, утверждение – 23.12.2022.
- 1.11.711–1.003.22 Умные стандарты. Архитектура данных: Разработка завершена 31.03.2022, утверждение – 23.12.2022, срок действия до 31.03.2023.
- 1.11.711–1.004.22 Умные стандарты. Форматы данных: Разработка завершена 31.05.2022, утверждение – 28.02.2023, срок действия до 28.04.2023; и др.

Это не статические документы, а динамические, машиночитаемые структуры, способные встраиваться в цифровые экосистемы, автоматически поддерживать совместимость, безопасность и функциональность устройств и процессов. Они обеспечивают

интероперабельность,– то есть способность разнородных систем и компонентов эффективно работать вместе, строя единую цифровую фабрику будущего.

Национальная система стандартизации – это стратегический ресурс, обеспечивающий высокое качество, безопасность и совместимость продукции, конкурентоспособность экономики и устойчивое развитие общества. Эффективное функционирование системы стандартов способствует поддержанию доверия между участниками рынка и формированию интеллектуального капитала страны. В условиях цифровизации и нарастающей сложности отраслей роль стандартов как элемента национальной интеллектуальной инфраструктуры будет только возрастать. Все большее признание получают стандарты в качестве надежной базы для образования.

Список литературы

1. Росстандарт. Страницы истории // Федеральное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский центр прикладной метрологии – Ростест» URL: https://www.rostest.ru/stranitsa-istorii-rosstandarta.php (дата обращения: 14.10.2025).
2. ЕЭК предлагает улучшить правила разработки техрегламентов и стандартов ЕАЭС // Евразийская экономическая комиссия URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/nae/news/Pages/14-07-2016-4.aspx (дата обращения: 14.10.2025).
3. В России в 2024 году приняли рекордный объем госстандартов // Федеральное государственное унитарное предприятие «Информационное телеграфное агентство России (ИТАР-ТАСС)» URL: https://tass.ru/ekonomika/23182647 (дата обращения: 14.10.2025).
4. Каталог национальных стандартов // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии URL: https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational (дата обращения: 14.10.2025).
5. Приказ Росстандарта от 06.07.2021 № 1190 «Об организации деятельности проектного технического комитета по стандартизации «Умные (SMART) стандарты»

References

1. Rosstandart. (n.d.). Pages of history. Federal Budgetary Institution “Research Center for Applied Metrology – Rostest.” Available at: https://www.rostest.ru/stranitsa-istorii-rosstandarta.php (accessed 14 October 2025).
2. Eurasian Economic Commission. (2016, July 14). EEC proposes improving the rules for developing EAEU technical regulations and standards. Available at: http://www.eurasiancommission.org/ru/nae/news/Pages/14-07-2016-4.aspx (accessed 14 October 2025).
3. TASS Russian News Agency. (2025). Russia adopted a record volume of state standards in 2024. Available at: https://tass.ru/ekonomika/23182647 (accessed 14 October 2025).
4. Federal Agency on Technical Regulating and Metrology (Rosstandart). (n.d.). Catalogue of national standards. Available at: https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational (accessed 14 October 2025).
5. Rosstandart. (2021, July 6). Order No. 1190 “On organizing the activities of the project-based technical committee for standardization ‘Smart (SMART) standards’.

Для цитирования
Егорова А.Г. Роль стандарта ISO/IEC 20000-1 в деятельности организаций и реализации достижения целей устойчивого развития / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 47–51.

УДК 65.018:006.06

РОЛЬ СТАНДАРТА ISO/IEC 20000-1 В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ И РЕАЛИЗАЦИИ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Егорова А.Г., *заместитель генерального директора Ассоциации по сертификации «Русский Регистр», г. Санкт-Петербург*

Современные стандарты систем менеджмента предполагают использование процессного подхода при организации всех аспектов деятельности. Особенность рассматриваемого международного стандарта ISO/IEC 20000-1 или национального аналога ГОСТ Р ИСО/МЭК 20000-1 в достижении национальных целей развития, таких как технологическое лидерство (ЦУР 9) и цифровая трансформация государственного и муниципального управления, экономики и социальной сферы.

Ключевые слова: цели в области устойчивого развития, национальные цели развития, информационные технологии, менеджмент сервисов, управление услугами.

THE ROLE OF THE ISO/IEC 20000-1 STANDARD IN THE ACTIVITIES OF ORGANIZATIONS AND THE ACHIEVEMENT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Egorova A.G., *Deputy Director General of the Russian Register Certification Association, Russia, St. Petersburg*

Research Modern management system standards require the use of a process approach in the organization of all aspects of activity. The feature of the considered international standard ISO/IEC 20000-1 or the national equivalent GOST R ISO/IEC 20000-1 in achieving national development goals, such as technological leadership (SDG 9) and digital transformation of public and municipal administration, the economy, and the social sphere.

Keywords: sustainable development goals, national development goals, information technology, service management.

Генеральной Ассамблеей ООН в 2015 году для формирования устойчивого улучшенного будущего для всего мира были предложены на рассмотрение и приняты новые 17 Целей в области устойчивого развития (далее – ЦУР) [12] и 169 задач для их реализации [3], которые служат для объединения усилий стран в решении глобальных проблем человечества. Российская Федерация поддержала основные принципы ЦУР, которые нашли отражение в государственной политике Российской Федерации и в последующих документах стратегического планирования, например в положениях майского Указа Президента (2018 г.) [4] и других [5–8]. С учетом условий, в которых оказалась наша страна, Президент уточнил и конкретизировал цели, сформулированные еще в 2020 году [9]. Было определено 7 укрупненных целей национального развития.

В январе 2025 года Председатель Правительства Российской Федерации утвердил единый план по достижению национальных целей развития (далее – Единый план) [10] и тем самым определил стратегические приоритеты РФ.

Единый план увязывается с Указом Президента РФ [9], с национальными проектами (например, национальный проект «Инфраструктура для жизни» охватывает значительное количество задач, установленных в рамках ЦУР; национальный проект «Безопасные и

качественные автомобильные дороги»), государственными программами (например, Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации»), региональными и отраслевыми стратегиями (например, Транспортная стратегия России), «дорожными картами», а также предусматривает участие в достижении национальных целей институтов развития, государственных компаний и корпораций (например, комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры и т.д.

В рамках реализации девятой ЦУР является построение устойчивой инфраструктуры, стимулирование инклюзивной и устойчивой промышленности. Приоритетными инновациями в России выделены: использование искусственного интеллекта, например создание системы гибкого управления жизненным циклом оборудования электростанций с применением инструментов предиктивной аналитики, цифровой платформы анализа данных транспортных систем с гибридным искусственным интеллектом, применение средств системного цифрового инжиниринга в разработке передовой продукции, использование математических моделей оборудования и программного обеспечения на их основе для цифрового проектирования, оптимизации, отработки изделий на виртуальных и физических стендах, прогнозирования режимов работы и возможных неисправностей.

Для реализации данной цели, а также для реагирования на возможные вызовы и риски, в том числе в условиях внешних санкций, необходимо наладить работу организаций и предприятий так, чтобы протекающие процессы приносили результат, который удовлетворяет пожелания заказчиков, в том числе подготовить гибкую цифровую модель управления реализацией намеченных мероприятий.

Для этого можно изобретать «велосипеды», а можно воспользоваться международными стандартами, например позволяющими выстроить гармонизированную систему управления сервисами и/или услугами.

Стандарты серии ISO 20000 близки к практической реализации ЦУР. Это связано с тем, что стандарты охватывают вопросы оптимизации и устранения ошибок на всех уровнях бизнес-процессов, определяют требования к организациям по установлению, внедрению, поддержанию и постоянному улучшению системы менеджмента сервисов (управления услугами) (далее – СМС), которая помогает достигать целей устойчивого развития, связанных с эффективным предоставлением услуг и постоянным улучшением сервисов.

Стандарт построен на методологии «Планируй-делай-проверяй-действуй» (далее – PDCA). Данный метод применяется для улучшения самой системы. Он включает в себя все стадии жизненного цикла услуги/сервиса (далее – ЖЦУ): стратегию, планирование, проектирование, эксплуатацию, постоянное совершенствование и вывод услуги (сервиса) из обращения. PDCA используется для выполнения установленных требований сервисов и принесения выгоды, в том числе через обмен информацией с потребителями и другими заинтересованными сторонами; мониторинг, измерение и анализ СМС, регистрацию и реагирования на жалобы в отношении сервисов, а также на вопросы, связанные с обеспечением информационной безопасности.

В стандарте учтены различные инструменты и политики, предусмотрены индикаторы достижения поставленных задач, определены зоны ответственности всех участников ЖЦУ. Планирование и внедрение новых или измененных сервисов – гарантия, что данные сервисы будут предоставляться и управляться в соответствии с согласованным бюджетом и установленным качеством. Процесс «Управление взаимодействием» включает в себя управление бизнес-процессами, происходящими между поставщиком услуг, заказчиком и подрядчиками. Процесс «Управление мощностями», отвечающий за оценку производительности и мощности ИТ-услуг, устанавливает гарантию того, что поставщик сервисов/услуг всегда будет иметь запас мощностей, достаточный для выполнения текущих и согласованных будущих потребностей заказчика. Процесс «Управление релизами» отвечает за выработку новых и коррекцию уже имеющихся решений. Процесс «Управление инцидентами» фокусируется на инцидентах, которые удалось предотвратить или успешно разрешить. При этом инциденты информационной безопасности рассматриваются отдельно.

Раздельно рассматриваются процессы «Управление изменениями» и «Управление конфигурациями». Не забыты в стандарте и процессы «Бюджетирование и учет затрат».

Стандарт разработан Международной организацией по стандартизации ISO и Международной электротехнической комиссией IEC и впервые опубликован в декабре 2005 года. Основой для его появления стала «Библиотека инфраструктуры информационных технологий» – ITIL (IT Infrastructure Library), обобщившая лучшие практики информационных технологий в единый документ. Идея создания такого документа принадлежала британскому правительству, и первый этап проекта реализовало государственное учреждение Великобритании – Центральное агентство по компьютерам и телекоммуникациям. Первая публичная версия Библиотеки появилась в 1989 году и представляла собой семитомный свод рекомендаций по методам управления ИТ-услугами/сервисами, обобщившая опыт работы успешных компаний. Изначально это был «Кодекс практики», охватывающий четыре основных процесса. В 1998 году его заменили вторым изданием, охватывающим уже 13 процессов. В дальнейшем проект был передан Британскому институту стандартов, продуктом которого в 2000 году стал стандарт BS 15000, содержащий описание универсальных критериев для оценки СМС организации.

Первая версия ISO 20000, заменившая BS15000:2002, сохранив при этом почти полностью его содержательную часть, также состояла из двух частей: спецификация и кодекс практики. Первая часть содержала подробное описание требований к системе менеджмента сервисами/услугами, а также ответственность за них. В ней определены 13 самых важных процессов, разбитых на пять групп. Стандарт изначально готовился только для применения в области информационной технологии и содержал ссылки на методологию оценки рисков-ИТ. Вторая часть стандарта – это руководство по практическому применению первой части.

В 2011 году стандарт получил обновление. В данной версии международного стандарта расширились требования к проектированию и внедрению ИТ-услуг/сервисов и расширился глоссарий. Крайняя на сегодняшний день версия стандарта датируется 2018 годом. В ней введена новая структура высокого уровня, соответствующая стандарту системы менеджмента качества – ISO 9001, добавлена ссылка на «Термины и определения», образовавшие десятую часть стандарта. Внесены поправки и добавлены требования с учетом растущих тенденций в менеджменте сервиса. Появилось требование «Устанавливать, внедрять, поддерживать и постоянно улучшать СМС». В версии 2011 года все процессы были разделены на четыре раздела: процессы предоставления услуг, процессы отношений, процессы решений и процессы контроля. В новой версии стандарта процессы включены в один восьмой раздел «Функционирование СМС», при этом процессы «Управление непрерывностью» и «Управление доступностью» стали независимы, как и процессы «Управление инцидентами» и «Запрос на услугу».

Впервые был переведен и утвержден российский аналог международного стандарта в 2010 году, который тоже имел две части.

Все стандарты серии ИСО 20000 взаимосвязаны и являются «строительными кирпичиками» для построения СМС любой организации. Помимо первой и второй частей, о которых говорилось выше, серия имеет еще 8 руководств, помогающих пользователю определить область применения основного стандарта, построить стандартную модель процесса и примерный план реализации, описывающих требования к органам по сертификации, а также руководства по интеграции и корреляции стандартов ИСО, по использованию и преимуществам систем менеджмента услуг/сервисов для небольших организаций, по применению стандарта к облачным сервисам.

Для реализации статистического управления процессами в рамках стандарта могут использоваться, например, такие инструменты:

– Матрица распределения ответственности – инструмент управления проектами, который помогает четко распределить роли и обязанности между участниками проектной команды и персоналом, распределить их уровни вовлеченности в выполнение поставленных задач.

– Базы данных управления конфигурациями – оказывают помощь в консолидировании источников информации и снижают зависимость от различных документов.

– Внутренние системы тикетов – позволяют результативно управлять запросами (и проблемами) на услугу/сервис, чтобы потребности клиентов удовлетворялись своевременно и эффективно.

Внедрение данных стандартов помогает организациям понять и удовлетворить потребности бизнеса, повысить надежность и доступность системы, обеспечить основу для принятия соглашения об уровне сервисов, способствует определению и измерению качества предоставляемых услуг и/или сервисов. Стандарт, опираясь на лучшие мировые практики подходит для организаций любых размеров – от небольшого ООО или ИП до крупных предприятий, и не только технологических.

Внедрение и применение описанного выше стандарта в таких компаниях, как Блок «Технология» ПАО «Сбербанк России», ИТ-интегратор электроэнергетического дивизиона Росатома – АО «КОНСИСТ-ОС», ФКУ «Налог-Сервис» ФНС России (учреждение, обеспечивающее работу цифровой платформы Федеральной налоговой службы и отказоустойчивость электронных сервисов), показало повышение качества ИТ-услуг и уровня сервиса, прозрачность ИТ-процессов и улучшение управляемости, снижение операционных рисков и количества инцидентов, повышение удовлетворенности клиентов и соблюдение SLA, т. е. были решены долгосрочные задачи, в том числе выход на устойчивую траекторию экономического роста в условиях имеющихся вызовов, обеспечение технологического суверенитета России.

Таким образом реализация в организации требований международного стандарта ISO/IEC 20000-1 или национального аналога поможет достичь национальных целей развития России, таких как технологическое лидерство и цифровая трансформация государственного и муниципального управления, экономики и социальной сферы.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 20000-1–2021. Доступно по адресу: https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational?portal:componentId=3503536e-2ac1-4753-8ed1-09a92fee02de&portal:isSecure=false&portal:portletMode=view&navigationalstate=JBPNS_ rO0ABXdKAAZhY3Rpb24AAAABABBjb25jcmV0ZURvY3VtZW50AARmcm9tAAAAAQAEMzIyMAAGZG9jX2lkAAAAAQAFNDQ2NzMAB19fRU9GX18*&ysclid=mgod2ac5xb408767151(дата обращения 05.10.2025.).
2. Руководящие указания для разработчиков стандартов о способах учета условий устойчивого развития (ISO Guide 82:20 «Guidelines for addressing sustainability in standards». Международная организация по стандартизации –URL: https://www.iso.org/standard/76561.html/
3. Резолюция 70/1 Генеральной Ассамблеи ООН от 25 сентября 2015 г. «Преобразование мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года». – Нью-Йорк: ООН, 2015. – 41 с.
4. Президент Российской Федерации (2018) «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». Доступно по адресу: http://www.kremlin.ru/events/президент/новости/57425 (дата обращения 05.10.2025.).
5. Президент Российской Федерации (2020a). Указ Президента Российской Федерации № 474. Доступно по адресу: http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726 (дата обращения 05.10.2025).
6. Президент Российской Федерации (2020b). Указ Президента Российской Федерации № 666. Доступно по адресу: http://www.kremlin.ru/acts/bank/45990 (дата обращения 05.10.2025).
7. Президент Российской Федерации (2021). Указ Президента Российской Федерации от 2 июля 2021 года № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» Доступно по адресу: http://www.kremlin.ru/acts/bank/47046 (дата обращения 05.10.2025)
8. Президент Российской Федерации (2024a). Указ Президента Российской Федерации № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». Доступно по адресу: http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358 (дата обращения 05.10.2025)
9. Президент Российской Федерации (2024b). Указ Президента Российской Федерации № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». Доступно по адресу: http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542/page/1 (дата обращения 05.10.2025)
10. Правительство Российской Федерации (2025) «Единый план по достижению национальных целей развития до 2030 года и на перспективу до 2036 года». Доступно по адресу: http: //government.ru/docs/53927/ (дата обращения 05.10.2025)
11. Сахаров А.Г. Реализация ЦУР в России: вызовы и достижения // Вестник международных организаций. 2025. Т. 20. № 2. С. (на русском и английском языках). doi:10.17323/1996-7845-2025-02-01

12. Цели в области устойчивого развития [Электронный ресурс] // Официальный сайт Организации Объединенных Наций. – URL: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/ (дата обращения: 05.10.2025).
13. ISO/IEC 20000-1:2018 «Информационные технологии. Менеджмент сервисов. Часть 1. Требования к системе менеджмента сервисов». Доступно по адресу: https://www.iso.org/standard/70636.html (дата обращения 05.10.2025).

References

1. GOST R ISO/IEC 20000-1-2021. Available at: https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational?portal:componentId=3503536e-2ac1-4753-8ed1-09a92fee02de&portal:isSecure=false&portal:portletMode=view&navigationalstate=JBPNS_rO0ABXdKAAZhY3Rpb24AAAABABBjb25jcmV0ZURvY3VtZW50AARmcm9tAAAAAQAEMzIyMAAGZG9jX2lkAAAAAQAFNDQ2NzMAB19fRU9GX18*&ysclid=mgod2ac5xb408767151(accessed 05.10.2025.).
2. Guidelines for developers of standards on ways to take into account the conditions of sustainable development (ISO Guide 82:20 "Guidelines for addressing sustainability in standards". International Organization for Standardization – URL: https://www.iso.org/standard/76561.html/
3. Resolution 70/1 of the UN General Assembly dated September 25, 2015, "Transforming the World: The 2030 Agenda for Sustainable Development." – New York: UN, 2015. – 41 p.
4. President of the Russian Federation (2018) "On the National Goals and Strategic Objectives of the Development of the Russian Federation for the Period up to 2024". Available at: http://www.kremlin.ru/events/president/news/57425 (accessed 05.10.2025.).
5. President of the Russian Federation (2020a) Decree of the President of the Russian Federation No. 474. Available at: http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726 (accessed on 05.10.2025).
6. President of the Russian Federation (2020b) Decree of the President of the Russian Federation No. 666. Available at: http://www.kremlin.ru/acts/bank/45990 (accessed on 05.10.2025).
7. President of the Russian Federation (2021). Decree of the President of the Russian Federation No. 400 dated July 2, 2021 "On the National Security Strategy of the Russian Federation" Available at: http://www.kremlin.ru/acts/bank/47046 (accessed on October 5, 2025)
8. 8.President of the Russian Federation (2024a) Decree of the President of the Russian Federation No. 145 On the Strategy for the Scientific and Technological Development of the Russian Federation Available at: http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358 (accessed on 05.10.2025)
9. President of the Russian Federation (2024b) Decree of the President of the Russian Federation No. 309 "On the National Development Goals of the Russian Federation for the Period up to 2030 and for the Prospect until 2036". Available at: http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542/page/1 (accessed on 05.10.2025)
10. Government of the Russian Federation (2025) "Unified Plan for Achieving National Development Goals until 2030 and beyond 2036" Available at: http: //government.ru/docs/53927/(accessed on 05.10.2025)
11. Sakharov A.G. Implementation of the SDGs in Russia: Challenges and Achievements // Bulletin of International Organizations. 2025. Vol. 20. No. 2. Pp. (in Russian and English). doi:10.17323/1996-7845-2025-02-01
12. Sustainable Development Goals [Electronic resource] // Official website of the United Nations. – URL: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/ (accessed on 05.10.2025).
13. ISO/IEC 20000-1:2018 is available at: https://www.iso.org/standard/70636.html (accessed on 05.10.2025).

Для цитирования
Карпычев В.А., Сысоева П.О. Анализ требований к экспертной оценке стандартов / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 52–56.

УДК 006.01

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКЕ СТАНДАРТОВ

Карпычев В.А., *д-р техн. наук, РУТ (МИИТ), г. Москва*
Сысоева П.О., *аспирант, РУТ (МИИТ), Росиия, г. Москва*

В статье рассматриваются актуальные вопросы экспертизы стандартов, анализируется нормативно-правовая база, регламентирующая данный процесс, и систематизируются ключевые требования, предъявляемые как к самим стандартам, так и к процедуре их экспертной оценки. На основе анализа выделяются проблемы субъективности и недостаточной формализованности требований.

Ключевые слова: экспертиза стандартов, требования к стандартам, анализ требований, формализация, качество стандартов.

ANALYSIS OF REQUIREMENTS FOR THE EXPERT ASSESSMENT OF STANDARDS

Karpychev V.A., *Doctor of Technical Sciences, RUT (MIIT), Moscow, Russia*
Sysoeva P.O., *postgraduate student, RUT (MIIT), Moscow, Russia*

The article addresses current issues in the expert assessment of standards, analyzes the regulatory framework governing this process, and systematizes the key requirements applied both to the standards themselves and to the procedure of their expert assessment. Based on the analysis, the problems of subjectivity and insufficient formalization of requirements are identified.

Keywords: expert assessment of standards, requirements for standards, analysis of requirements, formalization, quality of standards.

Стандартизация является фундаментальным элементом развития экономики и технологического прогресса. В условиях стремительного развития технологий и глобализации экономики возрастает потребность в эффективной системе стандартизации, обеспечивающей качество, безопасность и конкурентоспособность продукции, процессов и услуг.

Экспертиза стандартов выступает ключевым звеном в системе стандартизации, однако существующие подходы к ее проведению имеют ряд существенных недостатков, например, отсутствует единая формализованная методология оценки, высокая доля субъективности при проведении экспертизы.

На данный момент экспертизу стандартов регламентируют следующие нормативные документы:

1. Порядок экспертизы определяет Приказ Росстандарта № 547 от 5 мая 2016 года «Об утверждении порядка проведения экспертизы проектов документов, разрабатываемых и применяемых в национальной системе стандартизации» [9].
2. Статья 24 Федерального закона «О стандартизации в Российской Федерации» № 162-ФЗ [8] устанавливает продолжительность экспертизы и определяет очередность этапа «Экспертиза проекта стандарта».

3. Национальный стандарт ГОСТ Р 1.2–2020 «Правила разработки, утверждения, обновления, внесения поправок и отмены» [2] дублирует положения Федерального закона № 162-ФЗ [8] и Приказа Росстандарта № 547 [9] и одновременно вводит требования к пояснительной записке к проекту стандарта, которая по составу разделов и содержанию идентична экспертному заключению.

4. Национальный стандарт ГОСТ Р 1.6–2013 «Проекты стандартов. Правила организации и проведения экспертизы» [4] дублирует положения Приказа № 547 [9] и устанавливает виды экспертизы и состав работ, выполняемых при проведении разных видов экспертизы проектов стандартов.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки методологии экспертной оценки стандартов. Отсутствие единых, алгоритмизированных методик анализа смыслового наполнения стандартов, таких как логическая целостность, однозначность терминологии и непротиворечивость требований, создает разрыв между формальным соответствием правилам оформления и реальным качеством нормативного документа. Преодоление этого разрыва является насущной задачей, решение которой позволит повысить эффективность и объективность экспертизы.

Для поиска требований к стандартам сформировано библиографическое поле, которое представляет собой систематизированный перечень литературных источников, отобранных по определенной тематике, проблематике или исследовательскому вопросу. Оно служит основой для научного анализа, позволяя структурировать информацию и выявлять ключевые источники по заданной теме. Формирование библиографического поля осуществлялось с использованием целевых запросов («Экспертиза стандартов», «Экспертиза стандартов. ГОСТ», «Научные подходы к экспертизе стандартов»), которые позволили охватить как общие аспекты экспертизы, так и специфические нормативные документы и научные исследования, формируя основу для дальнейшего анализа. Ядро библиографического поля составили:

Межгосударственные и национальные стандарты: ГОСТ Р 1.6–2013 [4], ГОСТ Р 1.17–2017 [6], ГОСТ 1.5 [1], ГОСТ Р 1.5 [3], ГОСТ Р 1.7 [5].

Нормативные правовые акты: Федеральный закон № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» [8], Приказы Росстандарта № 547 [9] и № 2171 [10], регламентирующие порядок проведения экспертизы.

Методические рекомендации: Р 50-106–88 «Порядок проведения научно-технической экспертизы стандартов и технических условий» [7].

С целью выделения наиболее важных и юридически весомых документов для последующего глубокого анализа проводилось ранжирование источников в два этапа: сначала по степени юридической силы и значимости (ГОСТы, приказы, рекомендации), а затем внутри каждой группы – по степени релевантности, теме исследования на основе точности совпадения ключевых слов.

Анализ опорной литературной базы позволил выявить и классифицировать обширный массив требований, предъявляемых к стандартам. Все требования были систематизированы по степени их формализованности, что является ключевым аспектом для понимания сложности экспертной оценки.

1. Формализованные требования обладают следующими признаками:

– четкие количественные или логические критерии (например, предельные значения параметров, алгоритмы проверки);

– нормативно-правовое закрепление (ссылки на ГОСТ, ISO, технические регламенты или иные документы);

– однозначность интерпретации (исключают субъективность при применении).

Эти требования легко поддаются алгоритмизации и могут эффективно проверяться с помощью инструментов автоматизации.

Пример формализованного требования:

«5.1. При оформлении проекта стандарта и при подготовке к опубликованию утвержденного стандарта применяют правила, установленные ГОСТ 1.5 – 2001 (раздел 6) с дополнениями, приведенными в настоящем разделе.

5.2. При оформлении проекта стандарта допускается использование гарнитуры шрифта Times New Roman размером 14 для основного текста и размером 12 для приложений, примечаний, сносок и примеров.

5.3. Поле с правой стороны текста должно быть шириной не менее 10 мм, с левой – не менее 20 мм, сверху и снизу – не менее 20 мм» [3]».

2. Условно формализованные требования занимают промежуточное положение: они содержат указания на необходимые действия, но не подкреплены нормативными документами, предписаниями или измеримыми параметрами. Условно формализованные требования обладают признаками:

– описательный характер (указание, что нужно делать, но без четких критериев);

– отсутствие ссылок на нормативные документы;

– допускают вариативность исполнения (требуют экспертной интерпретации).

Пример условно формализованного требования:

«4.6. При оценке полноты установления в проекте стандарта требований к объектам стандартизации осуществляют:

– проверку соблюдения требований к содержанию стандартов, установленных в ГОСТ 1.5–2001 (раздел 7);

– проверку наличия и оценку полноты правил и методов, которые обеспечивают возможность контроля за выполнением всех требований, устанавливаемых в стандарте;

– выявление противоречий между разрабатываемым стандартом и требованиями действующих в Российской Федерации национальных и межгосударственных стандартов, сводов правил и других документов по стандартизации, действующих на федеральном уровне;

– выявление дублирования с действующими в Российской Федерации национальными и межгосударственными стандартами и сводами правил и подготовку предложений по замене дублируемых положений ссылками на данные стандарты (своды правил);

– проверку применения в разрабатываемом стандарте стандартизованных материалов и изделий (в том числе реактивов, средств измерений и испытательного оборудования), методов испытаний, упаковки, маркировки, технологических приемов и форм документации» [4].

Понятия «полнота», «выявление противоречий/дублирования», «проверка применения» крайне субъективны. Что считать «полным» для одного объекта стандартизации, может быть избыточным или недостаточным для другого. Выявление противоречий требует глубокого анализа логики всего документа и сопоставления с практикой. Проверка применения стандартизированных материалов подразумевает анализ за пределами самого текста стандарта.

3. Неформализованные требования носят декларативный или рекомендательный характер и отличаются:

– отсутствием конкретных критериев (общие формулировки, принципы);

– высокой степенью субъективности (затрудняют проверку и стандартизацию).

Пример неформализованного требования:

«4.4.2 При контроле за соблюдением правил изложения и оформления проекта стандарта особое внимание уделяют:

– правильности изложения наименования стандарта;

– соответствию структуры и (или) содержания стандарта подзаголовку в его наименовании;

– приведенным в разделе «Область применения» формулировкам и их способности однозначно отразить объект и аспект стандартизации, а при необходимости — и область применения;

– внутренней согласованности содержания проекта стандарта и соответствию содержания разделов (подразделов) их заголовкам» [4].

«Правильность изложения наименования» или «внутренняя согласованность содержания» – проверка данных требований в наибольшей степени субъективна и полностью опирается на опыт и компетенцию эксперта. Понятие «однозначно» субъективно, что является однозначным для одного эксперта, может быть неясным для другого. Нет четкого алгоритма или метрики для измерения «однозначности». Требование «при необходимости» также требует суждения о том, когда область применения действительно нуждается в отражении. «Согласованность» и «соответствие» – оценочные понятия. Нет формального определения, что именно делает содержание «согласованным». Проверка соответствия заголовков требует анализа смысла как заголовка, так и содержания раздела. Автоматическая проверка на ключевые слова не гарантирует смыслового соответствия.

В итоге классификации всего массива требований получена следующая статистика:

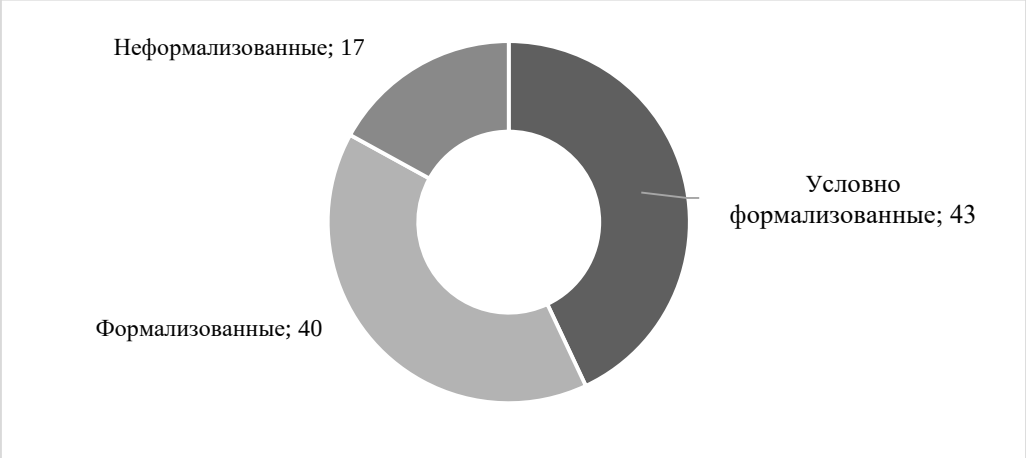


Рис. 1. Диаграмма распределения требований по степени формализованности

Проведенный анализ позволил выявить субъективный характер экспертизы (60% неформализованных и условно формализованных требований). Существующие требования зачастую носят несистемный и слабо формализованный характер, что негативно влияет на качество разрабатываемых стандартов, эффективность процессов стандартизации, согласованность нормативных документов, скорость внедрения новых стандартов.

Приведенные примеры наглядно демонстрируют, что качественная экспертиза проекта стандарта невозможна без глубокой оценки его содержательной части на предмет соответствия неформализованным требованиям. Даже если стандарт формально соответствует всем структурным правилам (наличие обязательных разделов, правильное оформление ссылок и т.д.), он может быть неоднозначным и неверным по своей сути. Например, его область применения не ясна, объект стандартизации не определен, требования к объекту завышены или занижены, что негативно сказывается на конкурентоспособности. Выполненный анализ позволил выявить пробелы и противоречия в существующей нормативной базе.

Таким образом, исходя из проведенного анализа, можно констатировать, что действующие нормативные документы делают основной акцент на проверке формализованных и условно формализованных требований. В то же время содержательный анализ стандарта, то есть оценка его логической целостности, непротиворечивости и практической реализуемости, остается слабо регламентированным и во многом отдан на откуп личному опыту эксперта. Это создает разрыв между формальной оценкой соответствия требований, предъявляемых к стандарту, и его реальным качеством. Таким образом, направлением для дальнейшего совершенствования экспертной практики является разработка более четких методик для оценки именно содержательной, смысловой части стандартов.

Список литературы

1. ГОСТ 1.5–2017. Межгосударственная система стандартизации (МГСС). Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Структура, правила оформления, издания, переиздания и внесения изменений. – Введ. 2018-07-01. – М.: Стандартинформ, 2017. – IV, 86 с.
2. ГОСТ Р 1.2–2020. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила разработки, утверждения, обновления, внесения поправок и отмены. – Введ. 2021-01-01. – М.: Стандартинформ, 2020. – III, 33 с.
3. ГОСТ Р 1.5–2019. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления, обозначения и распространения. – Введ. 2020-01-01. – М.: Стандартинформ, 2019. – III, 33 с.
4. ГОСТ Р 1.6–2013. Стандартизация в Российской Федерации. Проекты стандартов. Правила организации и проведения экспертизы. – Введ. 2014-01-01. – М.: Стандартинформ, 2013. – 15 с.
5. ГОСТ Р 1.7–2020. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила проведения маркировки знаком соответствия. – Введ. 2021-01-01. – М.: Стандартинформ, 2020. – 11 с.
6. ГОСТ Р 1.17–2017. Стандартизация в Российской Федерации. Проекты стандартов. Правила организации и проведения публичного обсуждения и учета замечаний заинтересованных лиц. – Введ. 2018-07-01. – М.: Стандартинформ, 2017. – 12 с.
7. Методические рекомендации Р 50-106–88. Порядок проведения научно-технической экспертизы стандартов и технических условий. – Введ. 1989-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 16 с.
8. О стандартизации в Российской Федерации: Федеральный закон от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ (ред. от 24.04.2020) // Собрание законодательства РФ. – 2015. – № 26 (часть I). – Ст. 3653.
9. Приказ от 05.05.2016 № 547 «Об утверждении порядка проведения экспертизы проектов документов, разрабатываемых и применяемых в национальной системе стандартизации».
10. Приказ от 30.12.2019 № 2171 «Об утверждении Порядка проведения экспертизы проектов стандартов организаций, а также проектов технических условий, представляемых разработчиком в соответствующие технические комитеты по стандартизации или проектные технические комитеты по стандартизации».

References

1. GOST 1.5–2017. Mezhgosudarstvennaia sistema standartizatsii (MGSS). Standarty mezhgosudarstvennye, pravila i rekomendatsii po mezhgosudarstvennoi standartizatsii. Struktura, pravila oformleniia, izdaniia, pereizdaniia i vneseniia izmenenii. – Vved. 2018-07-01. – M.: Standartinform, 2017. – IV, 86 s.
2. GOST R 1.2–2020. Standartizatsiia v Rossiiskoi Federatsii. Standarty natsional'nye. Pravila razrabotki, utverzhdeniia, obnovleniia, vneseniia popravok i otmeny. – Vved. 2021-01-01. – M.: Standartinform, 2020. – III, 33 s.
3. GOST R 1.5–2019. Standartizatsiia v Rossiiskoi Federatsii. Standarty natsional'nye. Pravila postroeniia, izlozheniia, oformleniia, oboznacheniia i rasprostraneniia. – Vved. 2020-01-01. – M.: Standartinform, 2019. – III, 33 s.
4. GOST R 1.6–2013. Standartizatsiia v Rossiiskoi Federatsii. Proekty standartov. Pravila organizatsii i provedeniia ekspertizy. – Vved. 2014-01-01. – M.: Standartinform, 2013. – 15 s.
5. GOST R 1.7–2020. Standartizatsiia v Rossiiskoi Federatsii. Standarty natsional'nye. Pravila provedeniia markirovki znakom sootvetstviia. – Vved. 2021-01-01. – M.: Standartinform, 2020. – 11 s.
6. GOST R 1.17–2017. Standartizatsiia v Rossiiskoi Federatsii. Proekty standartov. Pravila organizatsii i provedeniia publichnogo obsuzhdeniia i ucheta zamechanii zainteresovannykh lits. – Vved. 2018-07-01. – M.: Standartinform, 2017. – 12 s.
7. Metodicheskie rekomendatsii R 50-106–88. Poriadok provedeniia nauchno-tekhnicheskoi ekspertizy standartov i tekhnicheskikh uslovii. – Vved. 1989-01-01. – M.: Izd-vo standartov, 1988. – 16 s.
8. O standartizatsii v Rossiiskoi Federatsii: Federal'nyi zakon ot 29 iiunia 2015 g. № 162-FZ (red. ot 24.04.2020) // Sobranie zakonodatel'stva RF. – 2015. – № 26 (chast' I). – St. 3653.
9. Prikaz ot 05.05.2016 № 547 «Ob utverzhdenii poriadka provedeniia ekspertizy proektov dokumentov, razrabatyvaemykh i primeniaemykh v natsional'noi sisteme standartizatsii».
10. Prikaz ot 30.12.2019 № 2171 «Ob utverzhdenii Poriadka provedeniia ekspertizy proektov standartov organizatsii, a takzhe proektov tekhnicheskikh uslovii, predstavliaemykh razrabotchikom v sootvetstvuiushchie tekhnicheskie komitety po standartizatsii ili proektnye tekhnicheskie komitety po standartizatsii».

Для цитирования
Логинова М.А., Самсонов Е.А., Лушпай Д.В. Цифровая трансформация стандартизации в нефтегазовом машиностроении: анализ нормативной базы в условиях технологического разрыва / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 57–62.

УДК 006.072:006.062

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОМ МАШИНОСТРОЕНИИ: АНАЛИЗ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЫВА

Логинова М.А., *аспирант, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Россия, г. Москва*
Самсонов Е.А., *аспирант, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Россия, г. Москва*
Лушпай Д.В., *начальник управления устойчивого развития и взаимодействия с поставщиками, ООО «Сахалинская Энергия», г. Москва*

Развитие цифровых технологий в нефтегазовом машиностроении требует перехода к SMART-стандартам. Однако текущая нормативная база фрагментарна и отстает от темпов цифровизации, что тормозит внедрение инноваций. В исследовании предлагается системный анализ проблем стандартизации и разработка «дорожной карты». Она включает аудит инфраструктуры, оценку информационной безопасности и создание унифицированной модели данных для интероперабельности систем. Реализация предложенной «дорожной карты» позволит обеспечить интеграцию цифровых технологий, повысить уровень защищенности данных и укрепить конкурентоспособность нефтегазовой отрасли.

Ключевые слова: цифровизация, SMART-стандарт, «дорожная карта», мониторинг, кибербезопасность, система управления.

DIGITAL TRANSFORMATION OF STANDARDIZATION IN OIL AND GAS ENGINEERING: ANALYSIS OF THE REGULATORY FRAMEWORK IN THE CONTEXT OF A TECHNOLOGICAL GAP

Loginova M.A., *Postgraduate Student, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow*
Samsonov E.A., *Postgraduate Student, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow*
Lushpay D.V., *Head of Sustainable Development and Supplier Relations Division, Sakhalin Energy LLC*

The development of digital technologies in the oil and gas engineering industry requires a transition to SMART standards. However, the current regulatory framework is fragmented and lags behind the pace of digitalization, which slows down innovation. The study suggests a systematic analysis of standardization issues and the development of a roadmap. It includes infrastructure audits, information security assessments, and the creation of a unified data model for system interoperability. The implementation of the proposed roadmap will ensure the integration of digital technologies, increase the level of data security and strengthen the competitiveness of the oil and gas industry.

Keywords: digitalization, SMART standard, roadmap, monitoring, cybersecurity, management system.

Развитие цифровых технологий в нефтегазовом машиностроении сопровождается существенным изменением принципов проектирования, производства и эксплуатации оборудования. Цифровые двойники, системы предиктивной аналитики, интеллектуальные

сенсорные сети и интегрированные платформы управления жизненным циклом изделий становятся неотъемлемой частью отраслевой практики. Однако нормативно-техническая база, обеспечивающая регулирование и унификацию этих процессов, переживает собственную революцию, связанную с переходом от традиционных документов к машиночитаемым, «умным» стандартам. Скорость развития интеллектуальных систем и методов проектирования, таких как сквозное проектирование CAD/CAE/CAM [1], на порядок опережает темпы актуализации и цифровизации нормативной документации. В результате создается «цифровой разрыв» – передовые производственные активы управляются по устаревшим, зачастую бумажным, регламентам, что затрудняет внедрение инноваций, снижает прозрачность процессов и препятствует формированию единого цифрового контура отрасли.

Настоящее исследование направлено на анализ степени цифровизации действующих нормативных документов, определение барьеров для внедрения SMART-стандартов и формирование «дорожной карты» по развитию цифровой стандартизации на примере нефтегазовых предприятий. Поскольку цифровизация в рамках исследования подразумевает не только перевод стандартов в машиночитаемый формат, но и актуализацию подходов сбора, накопления и обмена информацией, то в настоящей статье особое внимание уделено вопросам согласования новых подходов со спецификой производственных процессов, обеспечения информационной безопасности и повышения готовности предприятий к цифровому переходу.

Проблемы современности требуют перехода от традиционных статичных нормативных документов к SMART-стандартам – динамическим, машиночитаемым и интегрируемым в цифровые системы нормативам, обеспечивающим автоматизацию проверки соответствия и взаимосвязь между различными этапами жизненного цикла продукции.

Анализ современной промышленной нормативной базы, сфокусированный на стандартах в области цифровизации нефтегазового машиностроения, позволил выявить две ключевые проблемы, сдерживающие эффективное внедрение интеллектуальных технологий: фрагментарность SMART-стандартов и системную неготовность производств.

Современные стандарты, призванные регулировать цифровую трансформацию, зачастую носят рамочный характер. Ярким примером служит ГОСТ Р 71765–2024 «Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Общие требования». Данный документ комплексно описывает философию построения АСУ ТП (автоматизированной системы управления технологическим процессом) в условиях цифровизации, охватывая все важные аспекты при построении систем и подчеркивая необходимость интеграции данных, кибербезопасности и взаимодействия с другими системами. Однако он практически не содержит ссылок на конкретные стандарты, регламентирующие, например, форматы обмена данными (OPC UA – стандарт обмена данными в системах промышленной автоматизации, MQTT – облегченный протокол обмена данными для низкопроизводительных датчиков и WITSML – стандарт обмена данными в нефтегазовой промышленности), протоколы интернета вещей или требования к машиночитаемым моделям оборудования [2]. При этом такие международные спецификации, как OPC UA, WITSML и MQTT, уже давно и повсеместно применяются в нефтегазовой отрасли, но их использование остается стихийным и разрозненным. Ключевой причиной этой проблемы является невозможность создания универсального решения для всех отраслей промышленности в виде единого документа.

Таким образом, возникает ситуация, при которой стандарт формулирует требования к обеспечению взаимодействия на уровне функциональных целей, однако не регламентирует конкретные технические методы и средства реализации данных требований. В результате на практике возникают разночтения, и каждый интегратор или производитель вынужден самостоятельно интерпретировать требования, что приводит к созданию несовместимых проприетарных решений и усугубляет проблему «цифровых разрозненных данных» (Data Silos).

Вторая проблема вытекает из первой и усугубляет ее. Даже при наличии прогрессивного стандарта предприятия сталкиваются с такими системными барьерами, как технологическая гетерогенность, отсутствие комплексной диагностики, неопределенность в области кибербезопасности. Производственные активы представляют собой «лоскутное одеяло» из оборудования и ПО разных поколений – от современных датчиков с IoT-интерфейсами (интерфейсы для взаимодействия устройств, подключенных к сети) до устаревших систем, не имеющих средств цифрового взаимодействия. На многих предприятиях отсутствует ясная картина о текущем состоянии своей ИТ- и АСУ ТП-инфраструктуры, что делает невозможным построение реалистичного плана модернизации. Под каждую отрасль, в том числе нефтегазовую, необходимо адаптировать уже существующие технологии и разрозненные стандарты, а также подготавливать к SMART-стандартизации само производство, что и было отражено в рамках дальнейшего исследования.

Для решения рассмотренных проблем предлагается создание «дорожной карты» развития цифровой стандартизации предприятий нефтегазовой отрасли – последовательной методологии, направленной на подготовку предприятия и создание технического фундамента для внедрения SMART-стандартов (см. таблицу).

Дорожная карта развития цифровой стандартизации предприятия

Этап	Мероприятия
1. Аудит	Инвентаризация оборудования, систем управления
	Обзор и проверка согласованности имеющегося ПО
	Проверка полноты руководств пользования
2. Оценка и обеспечение внедрения систем защиты информации	Мониторинг деятельности предприятия
	Внедрение использования хэш-функций при аутентификации
	Создание нескольких уровней доступа к информации
	Периодическое обновление ключей доступа и создание резервных мест хранения данных
3. Разработка целей внедрения smart-стандартизации	Создание Canonical Data Model
	Формирование пакета документов под конкретный кейс
4. Внедрение smart-стандартизации на предприятии	Объединение оборудования в группы по форматам накопления данных
	Унификация формата обмена данными/создание единых протоколов обмена
	Апробация полученной системы
	Выявление ошибок и доработка SMART-стандартов

Прежде всего необходимо провести комплексный аудит технологического стека, включающий в себя тотальную инвентаризацию всего парка оборудования, программного обеспечения и систем управления организации, выбранной для апробации новой системы стандартизации на предприятии. В качестве нормативной основы для реализации больше всего пригоден стандарт ГОСТ Р 71998–2025 «Информационные технологии. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения. Определение качества ИТ-услуг». Он позволит количественно посредством прохождения логической схемы оценить качество ИТ-услуг, в каком объеме они реализованы на предприятии, есть ли дублирование функций и в полной ли мере выполняется поставленная задача каждой программой.

Дополнительно необходимо проверить как актуальность версий ПО, так и наличие программ, через которые осуществляется передача данных в зависимости от их формата. К примеру, стандарт ГОСТ Р 58141–2018 «Проектирование и освоение газовых, газоконденсатных, нефтегазовых и нефтегазоконденсатных месторождений. Движение геолого-технологической информации в процессе строительства скважин. Технические требования» устанавливает требования к обмену информацией между измерительными

системами и системами сбора и анализа данных на основе уже упомянутого стандарта обмена данными WITSML.

На основе данных аудита необходимо провести оценку соответствия существующих систем защиты информации актуальным требованиям. Среди международных стандартов существует целая серия документов ISA/IEC 62443, устанавливающих требования к кибербезопасности, охватывающие весь жизненный цикл автоматизированных промышленных систем управления. Несмотря на отставание национальной стандартизации в области защиты от утечек данных и прочих киберугроз, базовую основу для выстраивания защиты может предоставить национальный стандарт ГОСТ ISO/IEC 27014–2021 «Информационные технологии. Информационная безопасность, кибербезопасность и защита конфиденциальности [3]. Руководство деятельностью по обеспечению информационной безопасности», который гармонизирован в идентичной форме с международным.

Применение этого документа, а также соответствие положениям серии стандартов ISA/IEC 62443 обеспечат защищенность на всех уровнях:

– на уровне программируемого логистического контроля, датчиков и SCADA-систем следует применять OPC UA, который обладает встроенной безопасностью, включая шифрование, аутентификацию и контроль доступа;

– для передачи данных бурения и скважинной информации стандартом защиты является использование WITSML поверх защищенного протокола ETP (Energistics Transfer Protocol), который также предусматривает механизмы аутентификации и безопасной передачи данных.

Основные действия, которые необходимо провести для защиты получаемой и обрабатываемой информации, отражены в таблице.

По завершении этапа, включающего модернизацию технологической инфраструктуры и реализацию комплекса мер по киберзащите, формируется основа для перехода к следующей фазе. На основе полученных данных комплексного аудита вместо расплывчатого «повышения цифровизации» осуществляется постановка целей внедрения SMART-стандартов, которые формулируются применительно к выбранной организации. Общей целью проведения работ по внедрению таких стандартов для любого производства или промысла будет сохранение семантической целостности всех документов для создания их связи друг с другом, чтобы свести к минимуму взаимодействие человека, стандарта и объекта стандартизации. Основой для этого служит ПНСТ 864–2023 «Умные (SMART) стандарты. Общие положения». Этот стандарт вводит понятия машиночитаемых, машиноинтерпретируемых и машинопонимаемых форматов, обеспечивая нормативную базу для цифрового представления требований.

Для того чтобы стандарты внутри системы могли «понимать» друг друга, необходимо задать Canonical Data Model (каноническую модель данных) – стандартизированный формат данных, единый набор сущностей и информационных элементов с уникальными идентификаторами и обязательными метаданными (атрибуты пригодности, источник, версия, единицы измерения). Эта модель создается в соответствии с положениями ПНСТ 864–2023, что делает ее машиночитаемой. Внутренняя шина данных или API-слой предприятия выполняют роль маппера, преобразуя данные из разнородных полевых систем (OPC UA, WITSML) в эту единую модель, устраняя семантические разрывы.

После нахождения уязвимых мест предприятия и задания целей внедрения SMART-стандартов формируется конкретный пакет документов – профиль стандартизации для конкретного класса задач. Помимо наличия стандартов на все объекты системы, получающей информацию, необходимо стандартизировать и каналы связи, определиться с единым языком обмена или, если это невозможно, найти своего рода «переводчика».

К примеру, если крупная вертикально-интегрированная компания хочет с помощью SMART-стандартов реализовать цифровое месторождение, то перед ней будет стоять задача связки процессов бурения с процессами мониторинга состояния месторождения [4]. Один из ключевых стандартов OPC UA по обмену данными в промышленных сетях, обеспечивающих коммуникацию между устройствами и оборудованием, в таком случае необходимо связать с WITSML (частный случай стандарта обмена информацией в процессе бурения). И тот, и

другой стандарт хорошо себя показали на практике, но для связки необходимо либо остановиться на одном стандарте данных (что в уже действующих организациях будет проблематично и нецелесообразно), либо создать протокол-переводчик, который сможет повысить функциональность системы. На создание такого протокола и была направлена совместная работа OPC Foundation и консорциума Energistics, которые уже работают над созданием протоколов ETP (Energistics Transfer Protocol), описывающих, как данные WITSML должны быть представлены в информационной модели OPC UA.

Перспективные проекты цифровизации нефтегазовой отрасли – от БПЛА для мониторинга трубопроводов до создания цифровых двойников – упираются в проблему интеграции разнородных систем [4]. Ни один из них не может быть масштабирован без фундамента в виде SMART-стандартов. Помимо этого, следуя современным тенденциям, подавляющее большинство упомянутых проектов необходимо реализовывать на базе искусственного интеллекта для еще большей оптимизации временных и финансовых затрат [5]. Совместное действие SMART-стандартов и обученного искусственного интеллекта превратит набор технологий в целостную и управляемую цифровую экосистему, обеспечивающую совместимость данных и бесшовное взаимодействие всех компонентов.

Реализация предложенного подхода поможет заложить основу для сокращения нормативно-технологического разрыва, формирования доверенной среды цифрового взаимодействия и повышения конкурентоспособности отечественных предприятий на мировом рынке. В долгосрочной перспективе это позволит перейти от реактивного обновления стандартов к превентивной модели, в которой стандартизация не догоняет технологические изменения, а становится их драйвером.

Заключение

Цифровая трансформация нефтегазового машиностроения объективно требует радикальной модернизации существующей системы стандартизации. Как показал проведенный анализ, действующая нормативная база характеризуется фрагментарностью, отставанием от темпов технологического развития и недостаточной проработкой технических аспектов реализации цифровых решений. В условиях ускоренного внедрения таких технологий, как цифровые двойники, предиктивная аналитика и интеллектуальные сенсорные сети, сохранение традиционного подхода к стандартизации, основанного на статичных, человекочитаемых документах, создает системные барьеры для интеграции, повышает риски киберугроз и снижает общую эффективность цифровых инициатив.

Переход к SMART-стандартам, обладающим свойствами машиночитаемости, динамичности и семантической совместимости, становится не просто желательным, а необходимым условием обеспечения технологического суверенитета и конкурентоспособности отечественной нефтегазовой отрасли. Предложенная в исследовании «дорожная карта» развития цифровой стандартизации позволяет последовательно преодолеть ключевые вызовы: от комплексного аудита технологической инфраструктуры и оценки уровня кибербезопасности до формирования канонической модели данных и внедрения унифицированных протоколов обмена информацией. Особое значение при этом приобретает гармонизация национальных нормативных документов с международными спецификациями (такими, как OPC UA, WITSML, MQTT), а также адаптация этих решений к специфике производственных процессов и гетерогенности существующих активов.

Реализация предложенного подхода способствует не только устранению «цифрового разрыва» между передовыми технологиями и устаревшими регламентами, но и формированию доверенной цифровой среды, в которой данные могут свободно и безопасно циркулировать между всеми элементами производственной экосистемы. В перспективе это открывает путь к переходу от реактивной модели стандартизации, ориентированной на фиксацию уже внедренных решений, к превентивной, в которой стандарты становятся драйверами технологического развития, обеспечивая предсказуемость, совместимость и масштабируемость инноваций. Таким образом, системная цифровизация стандартизации

выступает стратегическим ресурсом устойчивого развития нефтегазового машиностроения в условиях глобальной технологической трансформации.

Список литературы

1. Пьявченко Т.А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA-системы Trace Mode: Учебное пособие. – Спб.: Издательство «Лань», 2015. – С. 336.
2. Сравнительный анализ форматов обмена данными, используемых в приложениях с клиент-серверной архитектурой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://fundamental-research.ru (дата обращения 15.10.2025).
3. Бузов Г.А. Защита от утечки информации по техническим каналам: учебное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – С. 416.
4. Интеллектуальный upstream: стратегия выживания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vygon-consulting.ru (дата обращения: 14.10.2025).
5. Пантелеев А.С., Шматин А.К. Будущее управления качеством: искусственный интеллект как ключевой инструмент оптимизации процессов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2024. – № 1 (139). – С. 18–22.

References

1. Piavchenko T.A. Automated information and control systems using the Trace Mode SCADA system: A textbook. St. Petersburg: Lan Publishing House, 2015. 336 p.
2. Comparative analysis of data exchange formats used in applications with client-server architecture [Electronic resource]. – Access mode: https://fundamental-research.ru (accessed 10/15/2025).
3. Buzov G.A. Protection against information leakage through technical channels: A textbook. Moscow: Hotline – Telecom, 2005, 416 p.
4. Intellectual upstream: a survival strategy [Electronic resource]. – Access mode: https://vygon-consulting.ru (date of request: 10/14/2025).
5. Panteleev A.S., Shmatin A.K. The future of quality management: artificial intelligence as a key tool for optimizing processes // Equipment and technologies for the oil and gas complex. – 2024. – № 1 (139). – Pp. 18–22.

Для цитирования
Маринов А.А., Ларионова Л.А. *Информационная поддержка процессов стандартизации и технического регулирования: эффективность и устойчивое развитие основных решений / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 63–70.*

УДК 004.9

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССОВ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ОСНОВНЫХ РЕШЕНИЙ

Маринов А.А.*, канд. экон. наук, доцент центра компетенций по кибербезопасности ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», г. Иркутск*
Ларионова Л.А.*, канд. пед. наук, доцент центра компетенций по кибербезопасности ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», г. Иркутск*

В рамках данной работы проведен анализ существующих исследований по теме, что позволит выявить основные тенденции и пробелы в научной литературе. Мы рассмотрим ключевые факторы, влияющие на эффективность стандартизации, такие как уровень вовлеченности заинтересованных сторон, доступность информации и качество коммуникации, также будет уделено внимание проблемам информационного обеспечения процессов стандартизации, поскольку именно от качества информационной поддержки зависит успешность внедрения стандартов. Нами предложена пятикомпонентная модель эффективной и устойчивой системы информационной поддержки процессов стандартизации и технического регулирования.

Ключевые слова: информационная поддержка, стандартизация, устойчивое развитие, информационные системы, Федеральный информационный фонд стандартов.

INFORMATION SUPPORT FOR STANDARDIZATION AND TECHNICAL REGULATION PROCESSES: EFFICIENCY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF KEY SOLUTIONS

Marinov A.A., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Cybersecurity Competence Center of the Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk
Larionova L.A., Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Cybersecurity Competence Center of the Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk

Within the framework of this work, an analysis of existing research on the topic will be carried out, which will identify the main trends and gaps in the scientific literature, we will consider key factors affecting the effectiveness of standardization, such as the level of stakeholder engagement, the availability of information and the quality of communication, and attention will also be paid to the problems of information support for standardization processes, since it depends on the quality The success of standards implementation depends on information support. We have proposed a five-component model of an effective and sustainable information support system for standardization and technical regulation processes.

Keywords: information support, standardization, sustainable development, information systems, federal information standards fund.

Введение

Стандартизация представляет собой важный инструмент, который позволяет обеспечить согласованность и совместимость продуктов и услуг, а также способствует повышению их качества. В то же время техническое регулирование играет ключевую роль в защите интересов

потребителей, охране окружающей среды и обеспечении безопасности. Однако, несмотря на значимость этих процессов, в настоящее время существует множество проблем, связанных с их эффективностью и устойчивым развитием [1–2].

Одной из основных проблем является отсутствие единого подхода к оценке влияния стандартов на устойчивое развитие. В последние годы было опубликовано множество исследований, которые подчеркивают важность стандартизации для достижения целей устойчивого развития, однако, как показывает практика, многие из них не предлагают четких методик и критериев для оценки этого влияния, это создает сложности как для исследователей, так и для практиков, которые стремятся внедрить стандарты в свои бизнес-процессы.

Основная проблематика статьи

Стандартизация и техническое регулирование занимают важное место в рамках цифровой экономики, обеспечивая необходимую инфраструктуру для интеграции технологий и систем. Стандартизация включает в себя разработку и внедрение стандартов, которые служат основой для создания управляемых процессов, способствующих надежности и предсказуемости в производстве и обмене товарами и услугами. Техническое регулирование, в свою очередь, подразумевает применение стандартов для обеспечения соответствия продукции установленным требованиям, что повышает безопасность и качество продуктов на рынке [9].

В условиях цифровой трансформации актуализируется необходимость применения стандартов, учитывающих быстрые изменения в технологической среде. Эксперты отмечают, что качественная инфраструктура, основанная на современных стандартах, способствует внедрению инновационных решений в производство и таким образом повышает общую эффективность бизнеса [17]. Важным аспектом является то, что стандарты становятся основой для «умного» производства, интегрируя новейшие технологии и обеспечивая интеграцию обширных данных, что, в свою очередь, стимулирует рост и развитие организаций [14].

Стандартизация и техническое регулирование в цифровой экономике не только улучшают качество и безопасность товаров и услуг, но и создают новые возможности для бизнеса. Настоящие системы управления становятся более эффективными, что в конечном счете ведет к росту доверия к продуктам и услугам, а значит, способствует устойчивому развитию всей экономики [9].

Анализ существующих исследований показывает разнообразие подходов к оценке влияния стандартов на устойчивое развитие и производительность компаний. Исследования подчеркивают, что внедрение стандартов, таких как ISO 14000, может эффективно влиять на управление экологическими рисками и, как следствие, на конкурентоспособность предприятий. Пример компании BMW AG иллюстрирует, как стандарты помогают адаптироваться к изменениям в рыночной среде и внедрять устойчивые практики [4]. Однако, несмотря на значительное количество работ, наблюдаются определенные пробелы в исследовании интеграции стандартов в контексте социальной ответственности и корпоративного управления.

Некоторые исследователи актуализируют темы интеграции стандартов и социальных инициатив в рамках устойчивого развития, на что указывают выводы о необходимости комплексного подхода [13]. Согласованное использование стандартов в системе управления жизненным циклом продукции и внедрение методов оценки, кажущихся очевидными, не получают достаточного освещения в литературе, что требует дальнейшего изучения.

Исследуется также влияние стандартов на качество жизни, но многие работы не раскрывают конкретные методы оценки этого аспекта. Существующие подходы часто абстрактны и не учитывают региональных и отраслевых особенностей, что создает необходимость для более детализированных исследований [8]. Наиболее важные элементы стандартов должны учитывать как внутренние, так и внешние вызовы, стоящие перед предприятиями в условиях глобальных экономических изменений.

Регуляторные аспекты стандартов также являются значимой темой для анализа, так как процесс их интеграции в законодательную практику сталкивается с рядом сложностей, включая необходимость адаптации к быстро меняющимся условиям рынка [7]. В проектах, связанных с устойчивым развитием, настоятельно требуется сбалансированность нормативных актов и стандартов, что по-прежнему остается важным направлением для будущих исследований.

Важным аспектом, нуждающимся в детальном рассмотрении, являются примеры применения стандартов в различных отраслях. Исследования показывают, что применение стандартов на практике, бывает, не соответствует теоретически выработанным рекомендациям, что требует коррекции управления проектами [2]. Эффективность стандартов будет обеспечена лишь при условии их интеграции в общую стратегию управления устойчивым развитием, что должно стать целью для будущих исследований и разработки новых подходов.

Эффективность процессов стандартизации зависит от ряда факторов, которые способствуют их успешной реализации. Четкое понимание цели и задач стандартизации играет важную роль в достижении ожидаемых результатов. Так, при разработке стандартов в области управления качеством были достигнуты значительная экономия затрат и увеличение прибыльности у компаний, которые внедрили системы управления, основанные на международных стандартах [1].

Важным аспектом является участие всех заинтересованных сторон на этапе разработки стандартов, включая производителей, потребителей и экспертов, что позволяет учитывать разнообразные мнения и нужды. Примером такого подхода является создание стандартов в рамках экологической сертификации. Широкое вовлечение различных участников способствовало более высокому уровню принятия новых решений, что отразилось на внедрении стандартов [3].

Кроме того, информационная поддержка процессов стандартизации становится все более актуальной. Современные технологии позволяют обеспечить доступ к необходимой информации для всех участников процесса. Создание онлайн-платформ для обмена информацией об обновлениях стандартов и нормативов значительно упростило процесс их внедрения и проверки соответствия требованиям [15]. Эффективное использование цифровых технологий также способствует автоматизации процессов, что позволяет значительно снизить временны́е и финансовые затраты.

Обратная связь и систематический мониторинг внедрения стандартов также являются важными элементами для повышения их эффективности. Например, регулярные отчеты и аналитика по применению стандартов позволяют выявлять проблемы на ранних стадиях и вносить изменения. Это было наглядно продемонстрировано на примере внедрения стандартов ISO в нескольких отраслях, где низкая степень соответствия выявлялась на этапе мониторинга, что инициировало операционные улучшения [11].

При обсуждении информационного обеспечения процессов стандартизации и технического регулирования выделяются несколько проблем, которые сказываются на эффективности этих процессов. Одной из основных трудностей является недостаточное организационно-методическое обеспечение, особенно в условиях цифровизации [12]. Важно отметить, что существует значительный разрыв между информационными потребностями заинтересованных сторон и фактическими возможностями существующих систем. Это проявляется в отсутствии учета мнений и ожиданий пользователей, таких как разработчики, производители и потребители, что негативно сказывается на общей эффективности стандартизации.

Ключевым аспектом является необходимость обеспечения совместимости и интероперабельности стандартов, особенно в сфере информационных технологий. Одно из решений, предложенных экспертами, заключается в разработке новых национальных и международных стандартов, которые будут отвечать современным требованиям [6]. Важна

регламентация методов испытаний и требований к информационным системам, что делает их более открытыми и эффективными.

Отсутствие единого подхода к оценке влияния стандартов на устойчивое развитие также является серьезной проблемой. Это связано с тем, что стандарты часто недостаточно гибки, чтобы оперативно адаптироваться к быстро меняющимся условиям и потребностям рынка. На сегодняшний день нет согласованного механизма, который позволял бы систематически анализировать результаты внедрения стандартов и их влияние на устойчивость организаций и отраслей в целом.

Не менее важным аспектом является участие технических комитетов в разработке стандартов на добровольной основе. Это позволит учесть мнения всех заинтересованных сторон и обеспечить более качественное взаимодействие внутри отрасли [10]. Ряд организаций по-прежнему воспринимают процесс стандартизации как сложный и затратный, что способствует укоренению устаревших практик и блокирует внедрение инновационных технологий.

Для улучшения информационной поддержки процессов технического регулирования можно выделить несколько практических рекомендаций, основываясь на текущих тенденциях и успешных примерах.

Первым шагом является совершенствование правовой базы. Необходимо скорректировать действующие технические регламенты в соответствии с международными стандартами, включая Соглашение по ТБТ ВТО. Это позволит установить четкие требования к продуктам и процессам, что, в свою очередь, уменьшит правовые коллизии и повысит уровень доверия со стороны бизнеса и потребителей [16].

Вторым направлением является внедрение Надлежащей Практики Регулирования (НПР). Использование данной методики может помочь аналитически оценивать регуляторные барьеры, сокращая их и обеспечивая более гибкое взаимодействие с участниками рынка. Эффективная реализация НПР способна значительно повысить качество регуляторных мер и унифицировать процедуры [5].

Третьим пунктом является укрепление государственного контроля и оценка соблюдения стандартов качества. Для этого необходимо определить более четкие механизмы контроля, особенно в секторах с высоким риском, таких как агропромышленность. Установление этических норм и стандартов безопасности гарантирует защиту потребителей.

Кроме того, важно поощрять обмен лучшими практиками на уровне стран. Исследования опытов других государств (например, АТЭС и ОЭСР) могут служить основой для внедрения успешных методов регуляции в российских условиях.

В России важную роль в информационной системе по стандартизации играют Федеральный информационный фонд стандартов и Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

Федеральный информационный фонд стандартов (ФИФС) является государственным информационным ресурсом, обеспечивающим системное, упорядоченное хранение и предоставление документов национальной системы стандартизации, включая стандарты, технические регламенты, классификаторы и своды правил. Фонд содержит как национальные, так и международные стандарты, что делает его центральным элементом информационной системы стандартизации в России.

ФИФС создается и ведется Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандартом), которое осуществляет функции выработки политики и нормативного регулирования в сфере стандартизации, метрологии и технического регулирования. Агентство координирует взаимодействие между государственными органами, предприятиями и международными организациями по вопросам ведения и использования фонда.

Федеральное агентство обеспечивает создание и эксплуатацию федеральных информационных систем, необходимых для функционирования ФИФС, что гарантирует оперативный доступ заинтересованных лиц (государственных органов, организаций, граждан)

к актуальной информации по стандартам, регламентам и нормам, обеспечивая тем самым единство и прозрачность процесса стандартизации.

Взаимодействие ФИФС и Росстандарта обеспечивает актуальность и полноту базы документов по стандартизации; доступность и удобство получения информации национальной системы стандартизации; исполнение международных обязательств России в области стандартизации; поддержку государственных и коммерческих структур в области технического регулирования и оценки соответствия.

Федеральный информационный фонд стандартов как централизованный информационный ресурс и Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии как орган, который его создает, ведет и обеспечивает функционирование, играют ключевую и взаимодополняющую роль в информационной системе по стандартизации в России. Без их совместной работы невозможны эффективная организация, хранение, актуализация и предоставление стандартов и нормативных документов, что делает их краеугольными камнями национальной системы стандартизации, невозможно обеспечить комплексную, надежную и своевременную информационную поддержку процессов разработки, внедрения и контроля стандартов и технических регламентов, способствующую их качественному исполнению и обновлению.

Далее, проведем сравнительный анализ информационных систем в сфере стандартизации и технического регулирования следующих систем: «БЕРЕСТА» (двигатель процессов национальной стандартизации), «АРШИН» (основа доверия в метрологии), «КОНТУР» (система внутренней эффективности ведомства), АИС «МГС» (инструмент евразийской интеграции), «НОРМДОК» (общедоступный навигатор в мире нормативов).

Данные системы представляют собой комплекс решений, направленных на цифровизацию и повышение эффективности работы национальной и межгосударственной инфраструктуры качества. Каждая из них решает специфические задачи в рамках общего процесса.

Представленные системы не конкурируют, а образуют единую экосистему цифровизации в сфере стандартизации и технического регулирования.

Взаимодополняемость: «КОНТУР» управляет ресурсами ведомства, «БЕРЕСТА» производит ключевой продукт (стандарты), «АРШИН» обеспечивает их метрологическую основу, АИС «МГС» расширяет это на межгосударственный уровень, а «НОРМДОК» делает результаты этой работы публичными.

Синергетическим эффектом является совокупный эффект от их внедрения, гораздо выше, чем сумма отдельных результатов. Например, стандарт, разработанный в «БЕРЕСТЕ», основан на точных измерениях из «АРШИНА», согласован с партнерами через АИС «МГС» и становится доступным через «НОРМДОК».

Целостное воздействие на развитие заключается в том, что вместе эти системы работают на создание современной, прозрачной, интегрированной в международные процессы и удобной для пользователя национальной системы стандартизации и технического регулирования, что является необходимым условием для инновационного развития и глобальной конкурентоспособности экономики.

Таким образом, проанализировав научные источники, стандарты и информационные системы, мы предложили следующую модель:

Пятикомпонентная модель эффективной и устойчивой системы информационной поддержки процессов стандартизации и технического регулирования

Анализ существующих исследований показал, что многие авторы акцентируют внимание на необходимости интеграции стандартов в бизнес-процессы, однако не всегда удается четко определить, каким образом стандарты способствуют устойчивому развитию. Важно отметить, что стандартизация не является самоцелью, а служит средством достижения более высоких показателей в области экологии, экономики и социальной ответственности. Ключевыми факторами, влияющими на эффективность стандартизации, являются уровень вовлеченности заинтересованных сторон, доступность информации и качество коммуникации между участниками процессов.

Проблемы информационного обеспечения процессов стандартизации также требуют особого внимания. В условиях цифровой экономики информация становится основным ресурсом, и ее недостаток или неэффективное использование могут существенно снизить эффективность процессов стандартизации. Необходимость создания единой информационной платформы, которая бы обеспечивала доступ к актуальным данным и способствовала обмену опытом между различными участниками, становится все более очевидной. Это позволит не только улучшить процессы стандартизации, но и повысить их прозрачность и доступность.

Сравнительный анализ национальных систем стандартизации показал, что каждая страна имеет свои уникальные подходы и практики, однако общими остаются цели, направленные на повышение качества и безопасности продукции. Обмен опытом между странами может стать важным шагом к созданию более эффективных систем стандартизации, что, в свою очередь, будет способствовать устойчивому развитию на глобальном уровне.

Заключение

В рамках работы была предложена пятикомпонентная модель эффективной и устойчивой системы информационной поддержки процессов стандартизации и технического регулирования.

Таким образом, информационная поддержка процессов стандартизации и технического регулирования является важным аспектом, который требует дальнейшего изучения и внедрения новых подходов. Устойчивое развитие возможно только при условии эффективного

взаимодействия всех участников процессов, что подчеркивает необходимость комплексного подхода к решению данной проблемы.

Список литературы

1. Белянская Н.М., Учаева Т.В., Макарова Л.В. Экономика качества, стандартизации и сертификации. Электронный ресурс, дата обращения 01.10.2025 URL: https://library.pguas.ru/xmlui/bitstream/handle .
2. ГОСТ Р 55902–2013. Надлежащая практика регулирования: [Электронный ресурс]. – Введ. 2014-07-01. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200110560 (дата обращения: 01.10.2025).
3. Головцова И.Г., Крылов К.И. Проблемы информационного обеспечения стандартизации в условиях цифровизации // Управленческий учет. [Электронный ресурс]. Дата обращения: 05.10.2025. URL: https://uprav-uchet.ru/index.php/journal/article/view/1104.
4. Ионова А.Ю. Внедрение стандартов в области устойчивого развития как способ повышения конкурентоспособности компании // Торговая политика. Электронный ресурс, дата обращения 01.10.2025. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-standartov-v-oblasti-ustoychivogo-razvitiya-kak-sposob-povysheniya-konkurentosposobnosti-kompanii.
5. Крылов К.И. Информационное обеспечение стандартизации в управлении качеством продукции: дис. ... канд. экон. наук: 05.13.10 / Крылов Кирилл Игоревич. – Санкт-Петербург, 2023. – [Электронный ресурс]. – URL: https://unecon.ru/wp-content/uploads/2023/04/disskrylovki.pdf (дата обращения: 01.10.2025).
6. Окрепилов В.В., Чудиновских И.В. Применение механизмов стандартизации в целях улучшения окружающей среды как составляющей качества жизни на основе развития технологического потенциала предприятия. 2019. №10 [Электронный ресурс]. Дата обращения: 05.10.2025. URL: https://ecfor.ru/wp-content/uploads/2019/01/primenenie-mehanizmov-standartizatsii-v-tselyah-uluchsheniya-okruzhayushhej-sredy.pdf.
7. О стандартизации проектов устойчивого развития: [Электронный ресурс]. – URL: https://stolypin-vestnik.ru/wp-content/uploads/2021/12/8-1.pdf (дата обращения: 03.10.2025).
8. Роль стандартизации в создании цифрового производства: [Электронный ресурс] // РГТР. – URL: https://www.rgtr.ru/press-tsentr/789 (дата обращения: 01.10.2025).
9. Роль технического регулирования и стандартизации в эпоху цифровой экономики: [Электронный ресурс]. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2022. – URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/119408/3/978-5-91256-570-0_2022.pdf (дата обращения: 01.10.2025).
10. Совершенствование работ по стандартизации в сфере информационных технологий: презентация PowerPoint: [Электронный ресурс] // ЦКСИТ РСПП. – URL: https://www.cksitspp.ru/upload/iblock/62c/jvpun0fyc7g9487qux4mcig0dzxzgcwg.pdf (дата обращения: 01.10.2025).
11. Стандартизация: [Электронный ресурс] // ЦКСИТ РСПП. – URL: https://www.cksit-rspp.ru/products/380/ (дата обращения: 01.10.2025).
12. Стандартизация: [Электронный ресурс] // Международный центр квалификации и сертификации. – URL: https://www.icqc.eu/ru/certifikacija-ce/mezhdunarodnaya-standartizaciya/standardization-standardization-process (дата обращения: 30.09.2025).
13. Стандартизация: [Электронный ресурс] // Электронная библиотека ОГУ. – URL: https://elib.oreluniver.ru/media/attach/note/1304472117_markov_metrologiya.pdf (дата обращения: 05.10.2025).
14. Стандартизация в устойчивом развитии предприятий: [Электронный ресурс] // ESG-библиотека МГИМО. – URL: https://esg-library.mgimo.ru/publications/standartizatsiya-v-ustoychivom-razvitii-predpriyatiy (дата обращения: 01.10.2025).
15. Тимин Д.А. Эффективность работ по стандартизации // Студенческий научный форум. 2019. [Электронный ресурс]. Дата обращения: 05.10.2025. URL: https://scienceforum.ru/2019/article/2018012028.
16. Цой Ю.И. Проблемы и пути совершенствования технического регулирования в Российской Федерации // Транспортное дело России. – 2011. – № 6. [Электронный ресурс]. Дата обращения: 19.09.2025. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-puti-sovershenstvovaniya-tehnicheskogo-regulirovaniya-v-rossiyskoy-federatsii.
17. Черных Ю.В. Стандартизация в управлении устойчивым развитием предприятий: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Черных Юлия Владимировна. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.dissercat.com/content/standartizatsiya-v-upravlenii-ustoichivym-razvitiem-predpriyatii (дата обращения: 03.10.2025).

References

1. Belyanskaya N.M., Uchaeva T.V., Makarova L.V. Economics of Quality, Standardization, and Certification. Electronic resource, accessed on October 1, 2025. URL: https://library.pguas.ru/xmlui/bitstream/handle.
2. GOST R 55902–2013. Good Regulatory Practice: [Electronic resource]. – Introduced on July 1, 2014. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200110560 (accessed on October 1, 2025).

3. Golovtsova I.G., Krylov K.I. Problems of Information Support for Standardization in the Context of Digitalization // Management Accounting. Electronic resource, accessed on October 5, 2025. URL: https://upravuchet.ru/index.php/journal/article/view/1104.
4. Ionova A.Yu. Implementation of standards in the field of sustainable development as a way to increase the competitiveness of a company // Trade policy. Electronic resource, accessed on 01.10.2025. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-standartov-v-oblasti-ustoychivogo-razvitiya-kak-sposob-povysheniya-konkurentosposobnosti-kompanii.
5. Krylov K.I. Information support for standardization in product quality management: dis. ... Cand. Sciences (Econ.): 05.13.10 / Krylov Kirill Igorevich. - St. Petersburg, 2023. - [Electronic resource]. – URL: https://unecon.ru/wp-content/uploads/2023/04/disskrylovki.pdf (date of access: 01.10.2025).
6. Okrepilov V.V., Chudinovskikh I.V. Application of standardization mechanisms to improve the environment as a component of quality of life based on the development of the technological potential of the enterprise. 2019. No. 10. Electronic resource, date of access 05.10.2025. URL: https://ecfor.ru/wp-content/uploads/2019/01/primenenie-mehanizmov-standartizatsii-v-tselyah-uluchsheniya-okruzhayushhej-sredy.pdf.
7. On the standardization of sustainable development projects: [Electronic resource]. – URL: https://stolypin-vestnik.ru/wp-content/uploads/2021/12/8-1.pdf (date accessed: 03.10.2025).
8. The Role of Standardization in the Creation of Digital Production: [Electronic resource] // RGTR. – URL: https://www.rgtr.ru/press-tsentr/789 (date accessed: 01.10.2025).
9. The Role of Technical Regulation and Standardization in the Era of the Digital Economy: [Electronic resource]. – Yekaterinburg: Publishing House of the Ural University, 2022. – URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/119408/3/978-5-91256-570-0_2022.pdf (date accessed: 01.10.2025).
10. Improving standardization work in the field of information technology: PowerPoint presentation: [Electronic resource] // CKSIT RSPP. – URL: https://www.cksitspp.ru/upload/iblock/62c/jvpun0fyc7g9487qux4mcig0dzxzgcwg.pdf (date of access: 01.10.2025).
11. Standardization: [Electronic resource] // CKSIT RSPP. – URL: https://www.cksit-rspp.ru/products/380/ (date of access: 01.10.2025).
12. Standardization: [Electronic resource] // International Qualification and Certification Center. – URL: https://www.icqc.eu/ru/certifikacija-ce/mezhdunarodnaya-standartizaciya/standardization-standardization-process (date of access: 30.09.2025).
13. Standardization: [Electronic resource] // Electronic library of OSU. – URL: https://elib.oreluniver.ru/media/attach/note/1304472117_markov_metrologiya.pdf (date of access: 05.10.2025).
14. Standardization in sustainable development of enterprises: [Electronic resource] // ESG-library of MGIMO. – URL: https://esg-library.mgimo.ru/publications/standartizatsiya-v-ustoychivom-razvitii-predpriyatiy (date of access: 01.10.2025).
15. Timin D.A. Efficiency of standardization works // Student scientific forum. 2019. Electronic resource, date of access 05.10.2025. URL: https://scienceforum.ru/2019/article/2018012028.
16. Tsoi Yu.I. Problems and ways of improving technical regulation in the Russian Federation // Transport business of Russia. – 2011. – No. 6. Electronic resource, date of access 19.09.2025. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-puti-sovershenstvovaniya-tehnicheskogo-regulirovaniya-v-rossiyskoy-federatsii.
17. Chernykh Yu. V. Standardization in the management of sustainable development of enterprises: author's abstract. dis. ... cand. econ. sciences: 08.00.05 / Chernykh Yulia Vladimirovna. – [Electronic resource]. – URL: https://www.dissercat.com/content/standartizatsiya-v-upravlenii-ustoichivym-razvitiem-predpriyatii (date of access: 03.10.2025).

Для цитирования
Моисеенкова Ю.А. Стандартизация как инструмент развития партнерства бизнеса с заинтересованными сторонами / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 71–77.

УДК 006.1

СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ПАРТНЕРСТВА БИЗНЕСА С ЗАИНТЕРЕСОВАННЫМИ СТОРОНАМИ

Моисеенкова Ю.А., *ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Россия, г. Саранск*

Вопросы формирования и развития партнерских отношений организации со стейкхолдерами в условиях необходимости повышения устойчивости и конкурентоспособности остаются актуальными в современном мире, поскольку взаимовыгодное развитие организаций ведет не только к росту показателей эффективности, но и к улучшению рыночных позиций предприятия. В данном контексте стандартизация выступает инструментом обеспечения доверия, прозрачности и согласованности интересов, являясь нормативной основой для построения конструктивного диалога со всеми категориями заинтересованных сторон.

Ключевые слова: стандартизация, партнерство бизнеса, заинтересованные стороны, ГОСТ Р ИСО 44001–2020, национальные и международные стандарты, жизненный цикл сотрудничества.

STANDARDIZATION AS A TOOL FOR DEVELOPING BUSINESS PARTNERSHIPS WITH INTERESTED PARTIES

Moiseenkova Y.A., *Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia*

The issues of forming and developing partnerships between organizations and stakeholders in the context of the need to increase sustainability and competitiveness remain relevant in the modern world, as the mutually beneficial development of organizations leads not only to increased efficiency, but also to improved market positions for enterprises. In this context, standardization serves as a tool for ensuring trust, transparency, and alignment of interests, providing a regulatory framework for building constructive dialogue with all categories of stakeholders.

Keywords: standardization, business partnership, stakeholders, GOST R ISO 44001–2020, national and international standards, cooperation lifecycle.

Современная экономика характеризуется высокой динамичностью и возрастающей конкуренцией, что требует от организаций постоянного совершенствования форм взаимодействия с окружающей средой. Одним из ключевых факторов устойчивого развития становится выстраивание прочных и взаимовыгодных партнерских отношений с внутренними и внешними заинтересованными сторонами. Предприятию необходимо не только ориентироваться на потребности рынков, но и учитывать интересы основных стейкхолдеров (инвесторов, владельцев, поставщиков, дистрибьюторов, работников, общественности и т. д.), поскольку понимание этих интересов и развитие каналов взаимодействий с ними способствует улучшению рыночных позиций предприятия [1].

Тем не менее на практике организации часто сталкиваются с проблемой отсутствия единых правил и прозрачных механизмов сотрудничества, что, в свою очередь, ведет к конфликту интересов, несогласованности целей, неэффективному использованию ресурсов и, как следствие потерям для бизнеса. В этих условиях возрастает потребность в стандартизации

как в инструменте, способном структурировать и упорядочить процессы организации. Выступая универсальной методологией, позволяющей формализовать цели, принципы и механизмы партнерства, стандартизация обеспечивает организациям прозрачность взаимодействия, укрепляет доверие и создает основу для долгосрочного сотрудничества.

В ходе изучения влияния стандартизации на партнерство с заинтересованными сторонами были проанализированы работы отечественных и некоторых зарубежных авторов. Зарубежные авторы R. Linder, J. Hernantes, C. Jaca в своей работе «Increasing stakeholder engagement in research projects through standardization activities» («Повышение вовлеченности заинтересованных сторон в исследовательские проекты за счет стандартизации») исследуют, каким образом интеграция стандартизации в исследовательские проекты способствует вовлечению всех типов заинтересованных сторон. Исследование базируется на европейских кейсах (ARCH, SMR и др.), в которых стандартизированные процессы позволяют заинтересованным сторонам участвовать и влиять на формирование результатов проекта.

В отечественной научной литературе вопросы взаимодействия бизнеса с заинтересованными сторонами преимущественно рассматриваются в контексте концепции корпоративной социальной ответственности. Наиболее яркими являются работы Жуковой Т.Н., Ибрагимова Г.Н., Адова И.Б., Щербаченко П.С., в которых акцентируется внимание на том, что именно корпоративная социальная ответственность выступает ключевым инструментом гармонизации интересов бизнеса и общества, обеспечивая баланс между экономическими целями компаний и ожиданиями ее стейкхолдеров. Через механизмы социальной ответственности описываются такие принципы партнерства, как прозрачность, учет интересов различных групп, долгосрочность взаимодействия и ориентация на устойчивое развитие [2]. Работы отечественных авторов формируют теоретико-методологическую базу для понимания того, каким образом предприятия выстраивают систему взаимоотношений со своими партнерами.

Цель проведенного исследования – обоснование положительного влияния стандартизации на развитие партнерских отношений бизнеса с заинтересованными сторонами, а также определение новых возможностей использования стандартов в стратегическом управлении современными предприятиями.

Взаимодействие с заинтересованными сторонами в большей мере сопряжено с минимизацией и управлением нефинансовых рисков, в связи с чем с развитием компаний и активным взаимодействием со стейкхолдерами ставится вопрос об управлении взаимодействием с заинтересованными сторонами [3]. Для идентификации заинтересованных сторон необходимо обратиться к различным определениям данного понятия.

Заинтересованные стороны – это:

- физическое лицо или группа лиц, заинтересованные, часто финансово, в успехе бизнеса [7];
- любая группа или индивид, который может сам оказывать влияние или на которого окажет влияние достижение целей организации [8];
- группы и индивиды (стейкхолдеры), составляющие внутреннее и внешнее окружение организации, которые влияют или на которые могут повлиять принимаемые корпорацией решения [9];
- лицо или организация, которые могут воздействовать на осуществление деятельности или принятие решения, быть подверженными их воздействию или воспринимать себя в качестве последних [4].

Роль стандартизации в сфере партнерства бизнеса с заинтересованными сторонами заключается в формировании единой методологической базы и прозрачных механизмов партнерства, а также в устранении разрозненности подходов, закреплении правил и критериев оценки взаимодействия, что снижает риск конфликтов интересов и повышает доверие между участниками. Стандарты данной области задают универсальные ориентиры от определения целей сотрудничества до распределения ролей и ответственности, тем самым обеспечивая системность и предсказуемость совместной деятельности.

В этом контексте особое значение приобретает стандарт, который задает структуру и требования к организации процесса партнерства бизнеса на протяжении каждого этапа взаимодействия с заинтересованными сторонами. ГОСТ Р ИСО 44001–2020 «Корпоративные системы управления взаимоотношениями с бизнесом. Требования и структура». Стандарт ориентирован на формирование единого подхода к управлению взаимодействием организаций на всех стадиях жизненного цикла партнерства. Его основные положения ориентированы на развитие и совершенствование корпоративных бизнес-взаимоотношений как внутри организации, так и между организациями различных типов и размеров.

Основополагающим разделом стандарта является пункт 8, направленный на деятельность организации, в котором изложены конкретные требования к формированию, внедрению и развитию восьмиэтапной модели жизненного цикла сотрудничества (рис. 1). Структура, предложенная ГОСТ Р ИСО 44001–2020, должна интегрироваться в действующие процессы и процедуры предприятия, обеспечивая высокую результативность от сотрудничества со стейкхолдерами и получение взаимных преимуществ.

Рис. 1. Восьмиэтапная модель жизненного цикла сотрудничества по ГОСТ Р ИСО 44001–2020

Одним из основных документов, предусмотренных стандартом, является план менеджмента корпоративных бизнес-взаимоотношений (RMP-план), представляющий собой совокупность процедур и их описание для определения основных бизнес-целей сотрудничества, а также регулирования и контроля конкретных форм взаимодействия между задействованными организациями (табл. 1) [5]. Такой план обеспечивает структурированное и последовательное выстраивание партнерских связей между организациями, а также позволяет наладить эффективное и многостороннее взаимодействие со всеми категориями заинтересованных сторон. Кроме того, данный план фиксирует цели сотрудничества, распределяет обязанности между участниками и формирует основу для создания совместной ценности.

Таблица 1

Рекомендации по выбору общего содержания RMP-плана

Этап взаимоотношений	Содержание RMP-плана
Общие сведения	1. Общие сведения о программе сотрудничества 2. Бизнес-цели 3. Функциональные обязанности и сферы ответственности сотрудников 4. Краткие сведения об условиях договора
Оперативное информирование о сотрудничестве	1. Назначение исполнительного топ-менеджера организации (SER) 2. Проведение анализа выгод от сотрудничества 3. Определение ограничений и исходных рисков при сотрудничестве 4. Определение требований к ресурсам и к развитию навыков у сотрудников организаций

Этап взаимоотношений	Содержание RMP-плана
Приобретение знаний	1. Определение рабочих моделей, оценок и используемых методов 2. Определение рабочих характеристик, обеспечивающих эффективность сотрудничества 3. Установление уровней полномочий 4. Определение потенциальных партнеров по сотрудничеству и плана коммуникаций
Внутренняя оценка сотрудничества	1. Выявление сильных и слабых сторон деятельности организации 2. Определение сфер для дальнейшего развития или действий 3. Определение критериев выбора партнеров 4. Определение конкретных программ развития, которые будут использоваться на этапе 5
Выбор партнеров	1. Введение оценки потенциальных партнеров 2. Разработка методологии оценки корпоративных возможностей и культуры сотрудничества 3. Выполнение оценки выбранного партнера
Выбор модели сотрудничества	1. Определение ключевых проблемных сфер деятельности организаций или ограничений в каждой из них 2. Определение согласованного процесса управления знаниями 3. Разработка программы внесения изменений или совершенствования сотрудничества 4. Определение условий, невыполнение которых может повлечь за собой прекращение сотрудничества
Создание ценности	1. Введение процессов создания ценности и инновационных процессов 2. Введение программы непрерывного совершенствования 3. Разработка процесса мониторинга создания ценности
Выработка принципов поддержания сотрудничества	1. Введение согласованной программы проведения пересмотра, оценки показателей эффективности и предоставления отчетности 2. Введение процесса решения возникающих при сотрудничестве проблем 3. Введение мер мониторинга и поддержания моделей поведения
Инициализация процедуры прекращения сотрудничества	1. Применение согласованной процедуры (стратегии) выхода организации из сотрудничества

Таким образом, ГОСТ Р ИСО 44001–2020 выступает действенным инструментом формализации процессов взаимоотношений с заинтересованным сторонами. Его ценность заключается не только в разработке унифицированных процедур и принципов взаимодействия, но и в создании основ для доверия и прозрачности, которые необходимы для поддержания долгосрочного сотрудничества со всеми категориями заинтересованных сторон.

Наряду с ГОСТ Р ИСО 44001–2020 широкое распространение получили международные стандарты AA1000 «Stakeholder engagement standard» и GRI (Global Reporting Initiative). Стандарты серии AA1000 направлены на обеспечение подотчетности и прозрачности корпоративной деятельности. В данном контексте необходимо уделить внимание стандарту AA1000SES – это стандарт взаимодействия с заинтересованными сторонами. Он обязывает организацию быть актуальной, заслуживающей доверия и открытой, а также ответственной и отзывчивой. Основные принципы стандарта изложены в табл. 2 [6].

Таблица 2

Основные принципы ГОСТ Р ИСО 44001–2020

Принцип	Описание принципа
Вовлеченность	Заинтересованные стороны должны иметь возможность влиять на принимаемые организацией решения, которые затрагивают их интересы. Принцип подразумевает активное выявление стейкхолдеров и предоставление им права участвовать в обсуждении значимых вопросов
Существенность	Руководство, ответственное за принятие решений, обязано определять ключевые темы устойчивого развития взаимоотношений. Принцип ориентирован на выявление и ранжирование приоритетных аспектов устойчивости, исходя из степени их воздействия как на саму организацию, так и на стейкхолдеров
Реагирование	Организации необходимо демонстрировать открытость в отношении значимых вопросов, оказывающих влияние на устойчивость ее деятельности и готовность к оперативным действиям
Воздействие	Организации следует обеспечивать мониторинг, оценку и подотчетность в отношении последствий своей деятельности, оказывающей влияние на экономическую, экологическую и социальную среду

Стандарты GRI приобретают особую значимость в практике корпоративной отчетности и открытого взаимодействия с заинтересованными сторонами, поскольку их основная цель – формирование единых принципов о социальном, экономическом и экологическом воздействии организации. В основе стандартов заложены принципы, похожие на принципы стандартов серии AA1000, тем не менее весомым отличием является то, что GRI способствует выстраиванию прозрачного диалога между бизнесом и заинтересованными сторонами: стандарты предписывают не только формальное раскрытие данных, но и необходимость системной оценки потребностей различных групп, что позволяет повышать доверие между сторонами. По системе отчетности международного стандарта GRI существует четыре подхода к взаимодействию с заинтересованными сторонами (рис. 2).

Игнорирование	Одностороннее принятие решений, игнорирование интересов заинтересованных сторон
Реагирование	Вынужденное взаимодействие только в ответ на запросы заинтересованных сторон
Предупреждение	Организация стремится предугадать интересы и потребности заинтересованных сторон
Взаимодействие	Между организацией и заинтересованными сторонами налажено постоянное взаимодействие на основе взаимоуважения и открытости

Рис. 2. Подходы к взаимодействию с заинтересованными сторонами международного стандарта GRI

Стандартизация является не только инструментом формализации процессов взаимодействия, но и основой для внедрения конкретных методов и инструментов,

обеспечивающих стабильное развитие партнерства. Их применение позволяет систематизировать сотрудничество со стейкхолдерами, сделать его более предсказуемым, а также закрепить ответственность сторон за достижение совместных целей.

Одним из ключевых методов являются анализ и классификация заинтересованных сторон, которые позволяют выявить приоритеты, ожидания и степень вовлеченности стейкхолдеров. Для обеспечения более обоснованного и системного подхода к идентификации и анализу заинтересованных сторон ГОСТ Р ИСО 44001–2020 предусматривает использование определенных критериев, на основании которых осуществляется выбор партнеров для установления и развития сотрудничества (рис. 3).

Рис. 3. Критерии выбора партнеров по ГОСТ Р ИСО 44001–2020

Также при выборе партнеров необходимо уделить внимание таким факторам сотрудничества, как: цели, требования, ожидания, риски и подход к менеджменту риска. Реализация процессов управления рисками в организации должна проходить через их идентификацию и оценку. Особенное внимание стоит уделять тем внутренним проблемам, которые могут приводить к появлению рисков, оказывающих существенное влияние на эффективное функционирование организации.

Таким образом, партнерство с заинтересованными сторонами является важным условием развития современной организации. Эффективное взаимодействие со стейкхолдерами позволяет не только учитывать интересы и ожидания внутренней и внешней среды, но и формировать доверительные и прозрачные отношения, ведущие к долгосрочной конкурентоспособности. В этой связи стандартизация выступает одним из ключевых инструментов развития партнерства бизнеса с заинтересованными сторонами, обеспечивая формализацию процессов, закрепляя прозрачные механизмы коммуникации и взаимодействия. Благодаря этому стандарты становятся своего рода универсальным средством обеспечения стабильности бизнеса, позволяющим компаниям и их партнерам выстраивать продуктивное сотрудничество на основе нормативных критериев. ГОСТ Р ИСО 44001–2020 открывает новые возможности для формирования устойчивых корпоративных связей, а также помогает переходить организациям от фрагментарного взаимодействия к системному партнерству, создающему условия для совместного создания ценности и достижения стратегических преимуществ.

Список литературы

1. Жукова Т.Н. Взаимодействие организации с заинтересованными сторонами: маркетинговый подход // Практический маркетинг. – 2017. – № 5 (243). – С. 21–27.
2. Ибрагимов Г.Н., Адова И.Б. Принципы взаимодействия бизнеса с внешними заинтересованными сторонами // Лидерство и менеджмент. – 2019. – № 3. – С. 209–221.
3. Щербаченко П.С. Управление взаимодействием со стейкхолдерами в российских компаниях // Вестник ГУУ. – 2018. – № 5. – С. 155–161.
4. ГОСТ Р ИСО 9000–2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2015 г. № 1390-ст: введен впервые: дата введения: 2015–01–11 / подготовлен Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации». – М.: Стандартинформ, 2015. – 53 с.

5. ГОСТ Р ИСО 44001–2020. Корпоративные системы управления взаимоотношениями с бизнесом. Требования и структура: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 сентября 2020 г. № 696-ст: введен впервые: дата введения: 2021–01–01 / подготовлен ООО «НИИ экономики связи и информатики «Интерэкомс». – М.: Стандартинформ, 2020. – 62 с.
6. Скобарев В.Ю. Развитие серии стандартов AA1000 организации Accountability: AA1000 AP (2018) – обновленная редакция принципов подотчетности / ФБК Grant Thornton, 2020. URL: https://www.fbk.ru/upload/press-center/Вебинар_AP2018.pdf (дата обращения: 20.09.2025).
7. Fernando J. What Are Stakeholders? Definition, Types, and Examples / J. Fernando: portal. – Investopedia, 2024. URL: https://www.investopedia.com/terms/s/stakeholder.asp (дата обращения: 20.09.2025). Режим доступа: сеть Интернет. Текст: электронный.
8. Freeman R. Strategic Management: A Stakeholder Approach / R. Freeman. – ISBN 1107716993, 9781107716995. – Текст: электронный // Boston: Harper Collins. 2010. P. 292. URL: https://books.google.ru/books?id=DcxVAgAAQBAJ&hl=ru (дата обращения: 19.09.2025).
9. Jones T. M., Wicks A. C. Convergent Stakeholder Theory / T.M. Jones, A.C. Wicks // Academy of Management Review. 1999. Vol. 24. No. 2. Pp. 206–221.

References

1. Zhukova T.N. The organization's interaction with stakeholders: a marketing approach. Practical marketing. 2017. No. 5 (243). Pp. 21–27.
2. Ibragimov G.N. and Adova I.B. Principles of Business Interaction with External Stakeholders. Leadership and Management. – 2019. – No. 3. – Pp. 209–221.
3. Shcherbachenko P.S. Management of Interaction with Stakeholders in Russian Companies. Vestnik GUU. – 2018. No. 5. – Pp. 155–161.
4. GOST R ISO 9000–2015. Quality Management Systems. Basic provisions and dictionary: national standard of the Russian Federation: official edition: approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated September 28, 2015, No. 1390-st: introduced for the first time: date of introduction 2015-01-11 / prepared by the All-Russian Research Institute of Certification, Open Joint-Stock Company. – Moscow: Standartinform, 2015. – 53 p.
5. GOST R ISO 44001–2020. Corporate Business Relationship Management Systems. Requirements and Structure : National Standard of the Russian Federation : Official Edition : Approved and Put into Effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated September 29, 2020, No. 696-st : Introduced for the First Time : Date of Introduction 202101–01 / prepared by the Research Institute of Communications and Informatics Economics, Interekoms LLC. – Moscow: Standartinform, 2020. – 62 p.
6. Skobarev V.Yu. Development of the AA1000 Series of Standards by the Accountability Organization: AA1000 AP (2018) – Updated Version of the Principles of Accountability / FBK Grant Thornton, 2020. URL: https://www.fbk.ru/upload/press-center/Вебинар_AP2018.pdf (accessed on 20.09.2025).
7. Fernando J. What Are Stakeholders? Definition, Types, and Examples / J. Fernando: portal. Investopedia, 2024. URL: https://www.investopedia.com/terms/s/stakeholder.asp (accessed on 20.09.2025).
8. Freeman R. Strategic Management: A Stakeholder Approach / R. Freeman. – ISBN 1107716993, 9781107716995. Boston: Harper Collins. – 2010. – Pp. 292. – URL: https://books.google.ru/books?id=DcxVAgAAQBAJ&hl=ru (accessed on 19.09.2025).
9. Jones T. M., Wicks A. C. Convergent Stakeholder Theory / T. M. Jones, A. C. Wicks // Academy of Management Review. – 1999. – Vol. 24. – No. 2. – Pp. 206–221.

Для цитирования
Муравьева И.В., Невмятуллина Х.А., Графушин Р.В., Апалько А.П. *Адаптация образовательной программы подготовки бакалавров к профессиональному стандарту «специалист по стандартизации» / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 78–82.*

УДК 378.147:006

АДАПТАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ СТАНДАРТУ «СПЕЦИАЛИСТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ»

Муравьева И.В., *канд. техн. наук, доц., ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева, НИТУ МИСИС, г. Москва*
Невмятуллина Х.А., *канд. техн. наук, доц., ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, г. Москва*
Графушин Р.В., *старший преподаватель, ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, г. Москва*
Апалько А.П., *студент, ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, г. Москва*

В статье рассматривается актуальная проблема согласования образовательной программы по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология» и профессионального стандарта 40.248 «Специалист по стандартизации». Целью исследования является повышение качества подготовки бакалавров по данному направлению за счет модернизации образовательной программы. На основе анализа трудовых функций профессионального стандарта сформированы новые профессиональные компетенции. Разработанные предложения направлены на усиление практико-ориентированной составляющей обучения и обеспечение непосредственной связи учебной программы с реальными требованиями производства, что будет способствовать консолидации высшей школы и промышленности для достижения технологического лидерства.

Ключевые слова: образовательный стандарт, профессиональный стандарт, стандартизация и метрология, профессиональные компетенции, образовательная программа.

ADAPTATION OF THE BACHELOR'S DEGREE TRAINING PROGRAM TO THE PROFESSIONAL STANDARD «STANDARDIZATION SPECIALIST»

Muravyeva I.V., *Ph.D., Assoc. Prof., Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, NUST MISIS, Moscow*
Nevmyatullina Kh.A., *Ph.D., Assoc. Prof., Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow*
Grafushin R.V., *Senior Lecturer, Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Mendeleev University, Moscow*
Apalko A.P., *student, Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow*

This article examines the pressing issue of aligning the educational program for program 27.03.01 "Standardization and Metrology" with professional standard 40.248 "Standardization Specialist." The aim of the study is to improve the quality of bachelor's degree training in this program by modernizing the educational program. New professional competencies have been developed based on an analysis of the professional standard's job functions. The proposed approaches are aimed at strengthening the practice-oriented component of training and ensuring a direct connection between the curriculum and real-world production requirements, which will facilitate the consolidation of higher education and industry to achieve technological leadership.

Keywords: educational standard, professional standard, standardization and metrology, professional competencies, educational program.

Современные вызовы технологического развития и усиления глобальной конкуренции требуют от системы высшего образования гибкости и ориентации на потребности промышленности. Особенно это актуально в стратегически важных областях, таких как стандартизация и метрология, где качество подготовки специалистов напрямую влияет на конкурентоспособность отечественной продукции и технологический суверенитет страны [1]. В условиях реализации «дорожной карты» развития стандартизации до 2027 года [2] особую значимость приобретает синхронизация образовательных программ с профессиональными стандартами, что обеспечивает преемственность между образованием и производством [3].

Компетентностный подход в образовании становится определяющим фактором качества подготовки специалистов. Профессиональные компетенции представляют собой комплексную характеристику выпускника, отражающую его способность и готовность эффективно применять в профессиональной деятельности совокупность знаний, умений, навыков, личностных качеств и практического опыта.

Анализ положений профессионального стандарта «Специалист по стандартизации» (ПС) позволяет выявить конкретные трудовые функции и требования к квалификации, что создает объективную основу для модернизации образовательных программ.

Целью исследования является повышение качества подготовки бакалавров по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология» путем адаптации образовательной программы на основе анализа и интеграции требований профессионального стандарта «Специалист по стандартизации».

В профессиональных стандартах представлен список обобщенных трудовых функций (ОТФ). Каждая из ОТФ имеет описание, которое содержит трудовые действия (ТД), знания, умения. Поэтому при разработке перечня профессиональных компетенций (ПК) в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования (ФГОС ВО 3++) рекомендовано обращаться к формулировкам трудовых функций (ТФ), трудовых действий и требованиям к необходимым знаниям и умениям всех профессиональных стандартов, отобранных разработчиками ФГОС ВО 3++.

Для разработки основной общеобразовательной программы (ООП), как правило, применяют несколько профессиональных стандартов [4], которые наиболее полно позволяют сформировать компетенции выпускника по соответствующему направлению подготовки.

Исследование выполнено на базе образовательной программы бакалавриата Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология» [5]. В ходе работы был проведен анализ действующей нормативно-правовой базы, включая требования ФГОС ВО 3++ [6] и профессионального стандарта «Специалист по стандартизации», утвержденного Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 27 апреля 2023 года № 346н [7]. Методологическая основа работы включала сравнительный анализ для сопоставления требований ФГОС ВО 3++ и профессионального стандарта, структурно-функциональный анализ для декомпозиции обобщенных трудовых функций на трудовые действия, умения и знания, и метод проектирования для формирования новых профессиональных компетенций и учебных дисциплин на основе выделенных трудовых функций.

Для перехода к формированию профессиональных компетенций выпускника осуществляли выбор ОТФ, соответствующих шестому квалификационному уровню образования (бакалавриат), на основе связи с профессиональными задачами выпускника. Определяли элементы ОТФ (ТФ и ТД), к которым должен быть подготовлен выпускник. На рисунке 1 представлен алгоритм формирования профессиональных компетенций.

Рис. 1. Алгоритм формирования профессиональных компетенций

Согласно предлагаемому алгоритму были сформулированы профессиональные компетенции и индикаторы их достижения, представленные на рис. 2.

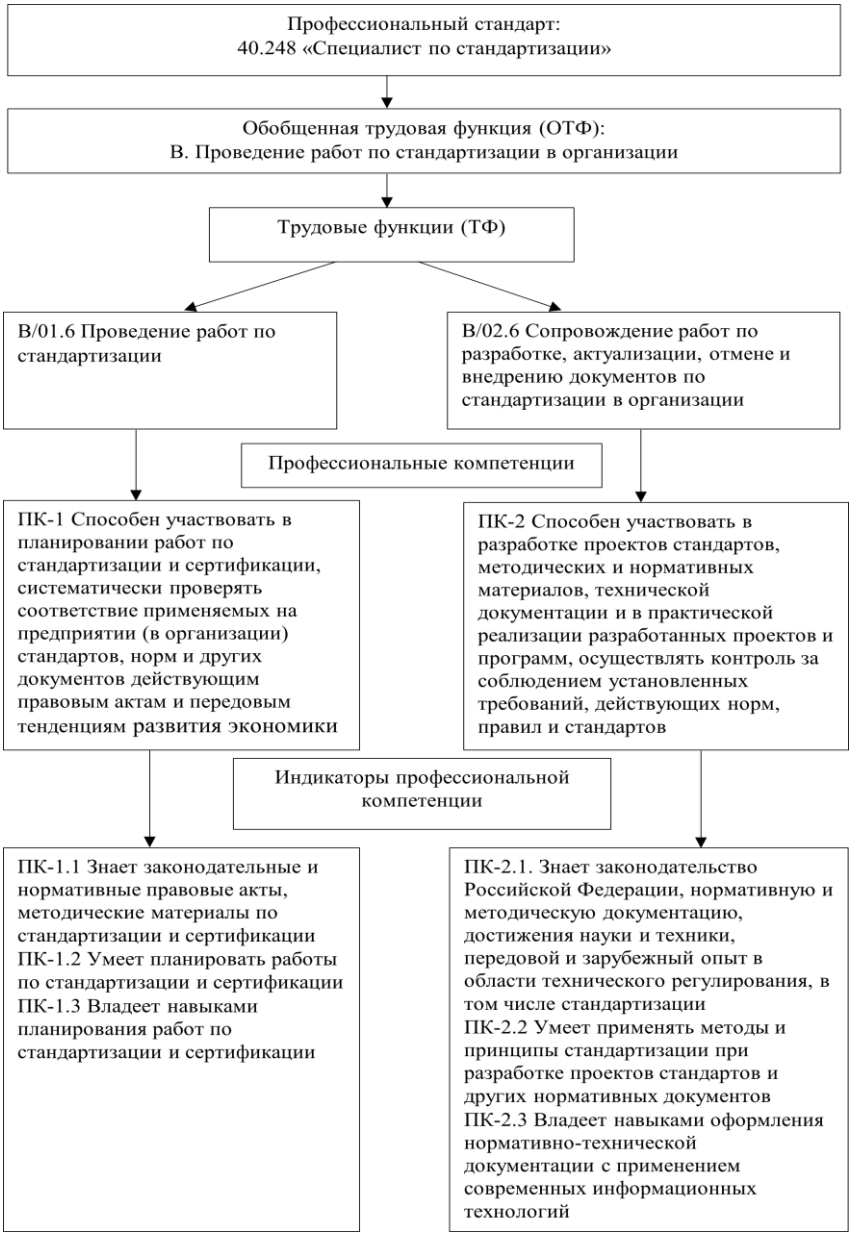


Рис. 2. Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Так, например, освоение компетенции ПК-1 позволит работнику осуществлять обобщенную трудовую функцию «Проведение работ по стандартизации в организации», представленную в стандарте «Специалист по стандартизации». Составлены индикаторы достижения компетенции (ПК 1.1, 1.2, 1.3), касающиеся нормативно-правовой деятельности в области стандартизации и сертификации. Компетенция ПК-2 касается формирования трудовой функции «Сопровождение работ по разработке, актуализации, отмене и внедрению документов по стандартизации в организации». Для нее были разработаны соответствующие индикаторы; к примеру, ПК-2 «умеет применять методы и принципы стандартизации при разработке проектов стандартов и других нормативно-технических документов».

Основным результатом работы стала разработка профильных профессиональных компетенций для бакалавров по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология». Формирование данных компетенций базировалось на анализе обобщенных трудовых функций, что обеспечивает прямую корреляцию между содержанием образовательной программы и реальными требованиями профессиональной деятельности. Реализация компетентностного подхода позволила интегрировать теоретическую и практическую составляющие подготовки, направленные на формирование целостной системы знаний, умений и навыков у будущего специалиста.

По итогам исследования можно сформулировать следующие выводы:

– на основе профессионального стандарта «Специалист по стандартизации» сформирован набор профессиональных компетенций, обеспечивающих подготовку бакалавров к выполнению конкретных трудовых функций в организации;

– проведен детальный анализ трудовых функций, регламентированных профессиональным стандартом «Специалист по стандартизации», и установлено их соответствие задачам образовательного процесса;

– реализация предложенных изменений в образовательной программе направления «Стандартизация и метрология» будет способствовать укреплению связи между высшим образованием и производством, что является фундаментом для обеспечения технологического лидерства Российской Федерации.

Список литературы

1. Актуальные вопросы применения профессионального стандарта «специалист по стандартизации» / Д.Е. Миронов, Ю.В. Будкин, Н.М. Куприков [и др.] // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2024. – № 3(78). – С. 76–91.
2. О направлении Плана мероприятий ("дорожная карта") развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года: письмо Правительства Рос. Федерации от 15 нояб. 2019 г. № ДК-П7-9914. URL: https://base.garant.ru/73322564/ (дата обращения: 06.10.2025).
3. Взаимосвязь стандартизации и метрологии при оценке качества гальванических покрытий / А.И. Марциохо, М.Ф. Парцева, Х.А. Невмятуллина, И.В. Муравьева // Успехи в химии и химической технологии. 2024. Т. 38, № 9(288). С. 144–146.
4. Невмятуллина Х.А. Профессиональные стандарты для формирования компетенций в образовательных программах / Х.А. Невмятуллина, Р.В. Графушин, А.Д. Зерекидзе // Компетентность. 2022. № 4. С. 4–9. DOI 10.24412/1993–8780-2022-4-04-09
5. Образовательная программа высшего образования по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология»: [сайт]. URL: https://www.muctr.ru/sveden/education/ (дата обращения: 06.10.2025).
6. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология»: приказ Минобрнауки России от 7 авг. 2020 г. № 901 (ред. от 30.11.2023). URL: https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/270301_B_3_23082020.pdf (дата обращения: 06.10.2025).
7. Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по стандартизации»: приказ Минтруда России от 27 апр. 2023 г. № 346н (Зарег. в Минюсте России 29.05.2023 № 73533). URL: https://docs.cntd.ru/document/1301694317 (дата обращения: 06.10.2025).

References

1. Mironov D.E., Budkin Yu.V., Kuprikov N.M., Zaitsev A.G., Goryainov A.A., Krasilov V.G., Kuprikov M.Yu., Strekha A.A., Pervushin N.V., Nazarova J.V. Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya. 2024. no. 3(78). pp. 76–91.
2. O napravlenii Plana meropriyatij ("dorozhnaya karta") razvitiya standartizacii v Rossijskoj Federacii na period do 2027 goda: pis'mo Pravitel'stva Ros. Federacii ot 15 noyab. 2019 g. № DK-P7-9914. Available at: https://base.garant.ru/73322564/ (accessed 6 October 2025).
3. Marzioho A.I., Partseva M.F., Nevmyatullina Kh. A., Muravyeva I.V. Advances in Chemistry and Chemical Technology. 2024. Vol. 38, no. 9(288). pp. 144–146.
4. Nevmyatullina, Kh. A., Grafushin R.V., Zerekidze A.D. Competence. 2022. no. 4. pp. 4–9. DOI 10.24412/1993–8780-2022-4-04-09.
5. Obrazovatel'naya programma vysshego obrazovaniya po napravleniyu podgotovki 27.03.01 «Standartizaciya i metrologiya». Available at: https://www.muctr.ru/sveden/education/ (data obrashcheniya: 06.10.2025).
6. Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya – bakalavriat po napravleniyu podgotovki 27.03.01 Standartizaciya i metrologiya : prikaz Minobrnauki Rossii ot 7 avg. 2020 g. № 901 (red. ot 30.11.2023). Available at: https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/270301_B_3_23082020.pdf (accessed 6 October 2025).
7. Ob utverzhdenii professional'nogo standarta «Specialist po standartizacii»: prikaz Mintruda Rossii ot 27 apr. 2023 g. № 346n (Zareg. v Minyuste Rossii 29.05.2023 № 73533). Available at: https://docs.cntd.ru/document/1301694317 (accessed 6 October 2025).

Для цитирования
Петренко Д.С. От стандартов к алгоритмам: как цифровизация переформатирует промышленность / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 83–87.

УДК 62-5

ОТ СТАНДАРТОВ К АЛГОРИТМАМ: КАК ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПЕРЕФОРМАТИРУЕТ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Петренко Д.С., *аспирант, Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет), Россия, г. Москва*

Статья посвящена анализу трансформации промышленных процессов в условиях цифровизации. Рассмотрен переход от традиционных бумажных стандартов к динамичным алгоритмическим решениям. В статье выделяются ключевые вызовы, такие как интеграция разрозненных IT-систем, сопротивление персонала, вопросы кибербезопасности и необходимость создания интуитивных интерфейсов. Автор делает вывод, что будущее промышленности за алгоритмами, способными адаптироваться в реальном времени, и призывает предприятия быть готовыми к культурной трансформации, где код заменяет бюрократические регламенты.

Ключевые слова: цифровизация, цифровое регулирование, SMART-стандарты, управленческий алгоритм.

FROM STANDARDS TO ALGORITHMS: HOW DIGITALIZATION IS RESHAPING INDUSTRY

Petrenko D.S., *postgraduate, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow*

This article analyzes the transformation of industrial processes in the context of digitalization. It examines the transition from traditional paper-based standards to dynamic algorithmic solutions. The article highlights key challenges, such as the integration of disparate IT systems, employee resistance, cybersecurity issues, and the need to create intuitive interfaces. The author concludes that the future of industry lies in algorithms capable of adapting in real time and urges companies to be prepared for a cultural transformation where code replaces bureaucratic regulations.

Keywords: digitalization, digital regulation, SMART standards, management algorithm.

Представьте себе огромный допотопный завод, где в пыльных папках хранятся кипы желтеющих от времени ГОСТов, а любое отклонение от прописанного регламента требует созыва комиссии и длительных согласований. Теперь перенеситесь в современный цех, где параметры производства меняются одним нажатием кнопки, а система сама блокирует оператора, если его действия отклоняются от заданного алгоритма. Между этими двумя реальностями – не просто разница в технологиях, а принципиально иной способ мышления. Мы стоим на пороге тихой революции, где алгоритмы вытесняют бумажные стандарты так же необратимо, как когда-то электричество заменило паровые машины.

Устаревание стандартной парадигмы

Исторически промышленность строилась на жестких стандартах – своеобразных «конституциях производства». Когда-то ГОСТы действительно были библией инженера: раз прописанные требования к болтам или подшипникам могли десятилетиями оставаться неизменными. Но сегодня мир изменился. Цепочки поставок рушатся и перестраиваются за

считанные месяцы, санкции вводят новые правила игры практически ежеквартально, а требования изменяются быстрее, чем успевают переиздаваться отраслевые нормативы. Сегодня бизнес-процессы устаревают быстрее, чем успевает высохнуть чернила на приказе об их изменении!

Проблема регламентов не только в их неповоротливости, но и в принципиальной ограниченности. Текстовая инструкция никогда не сможет предусмотреть все возможные отклонения и нюансы реального производственного процесса. В отличие от программного кода, который может включать сложные ветвления логики, адаптивные алгоритмы и даже элементы искусственного интеллекта.

Любой, кто работал с корпоративными регламентами, знает, как выглядит цепочка изменений: сбор требований → анализ → внесение изменений в документ → согласование → выпуск документа → обучение → контроль исполнения. Это каскадная модель управления, унаследованная из индустриальной эпохи.

Но сегодня бизнес движется по гибким методологиям, где изменения вносятся ежедневно. Сегодня некогда писать 50-страничный регламент, когда можно настроить алгоритм, который сразу внедрит изменения в процесс.

Новая модель выглядит так: выявление потребности → ТЗ → изменение кода → автоматическое развертывание → уведомление пользователей.

Переход от стандартов к управлению через автоматизацию процесса – это не просто техническая модернизация, а глубокая организационная трансформация. Как и любая революция, она требует системных изменений на всех уровнях предприятия, и в первую очередь изменения в видении руководства.

Технологический перелом

Большинство российских предприятий, особенно в традиционных отраслях, все еще сталкиваются с рядом фундаментальных вызовов, без решения которых никакая автоматизация процессов не станет полноценной заменой регламентам. И главное препятствие – не технологии, а люди.

Переход от стандартов к цифровому регулированию требует принципиального изменения подходов к управлению персоналом. Первый и, пожалуй, главный барьер – это необходимость преодоления «языкового барьера» между стандартизаторами и IT-специалистами. На многих предприятиях до сих пор сохраняется ситуация, когда разработчики программного обеспечения слабо представляют себе реальные производственные процессы, а инженеры воспринимают IT-системы как нечто враждебное и излишне сложное.

Передовые компании уже нашли решение этой проблемы. В Ростехе, например, создаются кросс-функциональные команды, где инженеры-технологи работают в тесном контакте с программистами. Еще более интересен подход, примененный на Уралвагонзаводе, где внедрены low-code платформы, позволяющие самим технологам – без глубоких знаний программирования – настраивать бизнес-логику производственных процессов.

Выращивание таких «гибридных» специалистов, владеющих обоими языками, требует принятие определенных мер, например:

- Внедрение курсов «цифровой грамотности» для инженерного состава с упором на основы работы с MES/ERP-системами.
- Специальные программы для IT-специалистов по основам технологических процессов предприятия.
- Создание центров компетенций, где технологи и программисты совместно работают над цифровыми решениями.

Цифровое регулирование в действии

Яркий пример новой парадигмы – Росатом, где многие критические процессы уже переведены в формат «цифровых алгоритмических регламентов». В автоматизированных

системах управления технологическими процессами (АСУ ТП) правила работы прописаны не в виде текстовых инструкций, а как строгие алгоритмы. Если оператор пытается совершить действие, выходящее за безопасные параметры, система не просто предупреждает – она физически блокирует возможность такого действия. Такая процессная пока-екэ.

Еще более показателен пример Северстали, где внедрение цифровых двойников производственных линий позволило сократить время внедрения изменений с нескольких месяцев до нескольких дней. Раньше корректировка маршрутной карты требовала длительной процедуры согласований, теперь же инженеры могут тестировать новые режимы работы на виртуальной модели, а затем переносить их в реальное производство буквально одним кликом.

Не менее важна и трансформация системы контроля. Традиционные журналы и акты постепенно уступают место цифровым следам на основе блокчейн-технологий или системам автоматического документирования всех производственных операций, а бумажные паспорта качества становятся цифровыми сертификатами. Современные системы используют массивы датчиков и машинное обучение для непрерывного мониторинга каждого миллиметра продукции. При этом критерии качества могут динамически адаптироваться под меняющиеся требования заказчиков, без пересмотра всей нормативной базы.

НеСтандартное будущее

Если экстраполировать текущие тренды, можно представить себе промышленность ближайшего будущего, где традиционные стандарты в их бумажном или электронном виде станут рудиментом. Уже сейчас Росстандарт экспериментирует с представлением требований ГОСТов в виде API-интерфейсов, которые могут напрямую интегрироваться в производственные системы. В перспективе это может привести к ситуации, когда соблюдение стандартов будет проверяться не по отчетам, а через прямое подключение к системам мониторинга предприятий.

Еще более радикальные изменения могут произойти с появлением самообучающихся производственных систем. Пилотные проекты в Сколково уже демонстрируют, как алгоритмы машинного обучения могут не просто выполнять прописанные регламенты, но и непрерывно оптимизировать производственные процессы, находя баланс между качеством, скоростью и себестоимостью лучше любого человеческого технолога.

Интересен эксперимент Яндекса с беспилотными сельскохозяйственными машинами. В отличие от традиционной техники, работающей по жестким алгоритмам, эти системы постоянно адаптируются к условиям поля, погоде и состоянию урожая. Фактически они создают свои собственные «стандарты работы» в реальном времени – и делают это эффективнее, чем любые прописанные человеком инструкции.

Последний рубеж: что мешает промышленности отказаться от регламентов?

Мы подошли к самому важному – как именно совершить этот переход. Ведь между красивой теорией цифровизации и ее реальным воплощением лежит пропасть технических, организационных и даже культурных барьеров. Давайте их рассмотрим.

1. Интеграция разрозненных систем: «Цифровой Вавилон»

На большинстве промышленных предприятий до сих пор существуют изолированные «островки» автоматизации:

- ERP-системы, отвечающие за ресурсы,
- MES, контролирующие производство,
- SCADA, управляющие оборудованием,
- отдельные базы данных по качеству, логистике, ТОиР.

Эти системы часто говорят на разных языках, используют несопоставимые форматы данных и не имеют единой логики. В результате операторам приходится вручную переводить данные – автоматизация превратилась в дополнительную бюрократию.

Решение:

- Постепенный переход к единой цифровой платформе (как сделали в Росатоме).

- Внедрение универсальных API-шлюзов для связи унаследованных систем.
- Жесткая стандартизация форматов данных на уровне всего предприятия.

2. Переучивание кадров: Человеческий фактор 2.0

Как уже отмечалось выше, главное препятствие – не технологии, а люди, специалисты, и, как правило, чем опытнее специалисты, тем они менее открыты к изменениям.

Технологи: «Мы 20 лет делали так, и все работало!»

Рабочие: «Машина мне не указ, я знаю, как правильно!»

Менеджеры: «Без подписанного регламента – нет ответственности!»

Так, например, на нефтеперерабатывающем заводе в Татарстане внедрили систему автоматического контроля режимов крекинга (процесс расщепления углеводородов, содержащихся в нефти, в результате которого образуются углеводороды с меньшим числом атомов углерода в молекуле). Однако опытные операторы намеренно отключали алгоритмы, полагаясь на «чутье» и опыт. Результат – серия аварийных остановок.

Решение:

– Теневой режим – сначала система только рекомендует, а не приказывает.

– Геймификация – баллы за соблюдение цифровых регламентов.

– Жесткая привязка к KPI – премии зависят от точности следования алгоритмам.

3. Кибербезопасность: новая форма стандартизации – новые риски

Чем больше процессов регулируется кодом, тем критичнее становятся риски:

– Хакерская атака на алгоритмы доменной печи может привести к экологической катастрофе.

– Подделка цифровых сертификатов качества – к отзыву партий продукции.

Решение:

– «Цифровой двойник безопасности» – система, непрерывно проверяющая соответствие реальных процессов эталонным (внедряется в Ростехе).

– Квантовое шифрование для критической инфраструктуры (пилотный проект РЖД).

– Обязательное резервирование аналоговых контуров управления.

4. Красота и удобство: интерфейсы «с человеческим лицом»

Многие промышленные ИТ-системы до сих пор выглядят и функционируют так, будто застряли в 1990-х. Сложные интерфейсы, требующие длительного обучения, – одна из главных причин сопротивления цифровизации со стороны персонала.

Принципы разработки современных промышленных интерфейсов:

– Контекстно-зависимые подсказки, появляющиеся именно тогда, когда они нужны.

– Визуализация процессов через интуитивно понятные схемы и диаграммы.

– Адаптивные интерфейсы, подстраивающиеся под уровень квалификации оператора.

– Голосовые и тестовые помощники для сложных операций.

– Отражение исключительно нужной для пользователя информации.

Заключение: Стандарты умерли. Да здравствует код!

Переход от стандартов к алгоритмам – это не разовый проект, а постоянная эволюция. Предприятиям нужно создать культуру непрерывной цифровой адаптации, где изменения в процессах происходят не через редкие и болезненные реформы, а через плавные итеративные улучшения.

Ключевые индикаторы успеха:

- Время от выявления проблемы до ее решения сокращается с месяцев до дней, а с дней до часов.
- Процент процессов, регулируемых алгоритмами, а не документами, растет экспоненциально.

- Количество «гибридных» специалистов увеличивается с каждым годом.
- Системы становятся проще в использовании, несмотря на рост функциональности.

Сопротивление этой трансформации будут напоминать попытки средневековых переписчиков книг противостоять печатному станку. Можно сколько угодно ностальгировать по добротным стандартам и регламентам, но экономическая реальность не оставляет выбора: в мире, где китайские компании могут перенастроить производство за считанные часы, предприятия, тратящие месяцы на согласование изменений в регламентах, обречены на поражение.

Перед российскими промышленными предприятиями сейчас стоит не просто техническая задача цифровой трансформации, а необходимость фундаментального пересмотра самой философии управления производственными процессами. Те, кто смогут перейти от культуры «как прописано в стандарте» к культуре «как работает система», получат решающее конкурентное преимущество. Остальные рискуют повторить судьбу тех, кто в свое время не смог перейти от паровых машин к электричеству.

В конечном счете вопрос уже не в том, произойдет ли эта трансформация, а в том, насколько болезненной она окажется для каждого конкретного предприятия. Как гласит старая инженерная мудрость: «Если вы чувствуете, что технологические изменения идут слишком быстро, значит, вы уже отстали». В эпоху, когда управляющие алгоритмы заменяют стандарты, эта истина актуальна как никогда.

Список литературы

1. 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: Изд-во МАИ, 2023. – 168 с.
2. Карлинский В.Л. Цифровая трансформация промышленных предприятий. Проблемы и модели перехода // Журнал «Экономические исследования и разработки». 2018 [Электронный ресурс]. URL: http://edrj.ru/article/08-08-2018 (дата обращения: 29.08.2018).
3. Кобзев В.В., Бабкин А.В., Скоробогатов А.С. Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях новой реальности // П-Economy. 2022. Т. 15, № 5. С. 7–27. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.15501
4. Кузнецов М.С., Калмыкова С.В. Искусственный интеллект в управлении качеством // Научно-практический журнал «Диалог». 2024. № 3. С. 37–39.
5. Голов Р.С., Прокофьев Д.А., Нигматов Р.Р. Цифровая трансформация промышленных предприятий: технологические аспекты // Научные труды Вольного экономического общества России. № 2. 2025. С. 328–343.
6. Васильев В. А., Александрова С. В. Цифровые технологии в управлении качеством // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 10. С. 35–41.

References

1. Deniskina A.R., Deniskin Yu.I., Rakhmanov M.L. Quality management methods in production organization systems based on end-to-end digital technologies and artificial intelligence - Moscow: MAI Publishing House, 2023. – 168 p.
2. Karlinsky V.L. Digital transformation of industrial enterprises. Problems and models of transition // Journal "Economic research and development". 2018 [Electronic resource]. URL: http://edrj.ru/article/08-08-2018 (date accessed: 08/29/2018).
3. Kobzev V.V., Babkin A.V., Skorobogatov A.S. Digital transformation of industrial enterprises in the context of the new reality // P-Economy. 2022. Vol. 15, No. 5. Pp. 7–27. DOI: https://doi.org/10.18721/JE.15501
4. Kuznetsov M.S., Kalmykova S.V. Artificial Intelligence in Quality Management // Scientific and Practical Journal "Dialogue". 2024. No. 3. Pp. 37–39.
5. Golov R.S., Prokofiev D.A., Nigmatov R.R. Digital Transformation of Industrial Enterprises: Technological Aspects // Scientific Works of the Free Economic Society of Russia. No. 2. 2025. Pp. 328–343.
6. Vasiliev V.A., Aleksandrova S.V. Digital Technologies in Quality Management // Bulletin of Tula State University. Technical Sciences. 2020. No. 10. Pp. 35–41.

Для цитирования
Поликарпов М.П., Ларина И.Л., Кожевников С.В. Концептуальное проектирование документов по стандартизации / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 88–94.

УДК 006.01

КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОКУМЕНТОВ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

Поликарпов М.П., канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, г. Москва
Ларина И.Л., канд. техн. наук, доцент, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, г. Москва
***Кожевников С.В.**, канд. геолого-минералогических наук, старший преподаватель, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, г. Москва*

Статья посвящена ключевым аспектам проектирования документов по стандартизации. Наиболее ответственным и решающим этапом проектирования является концептуальная стадия. Именно здесь закладываются основы, от которых напрямую зависит, насколько успешным и результативным будет весь процесс разработки стандартов. Опираясь на научные подходы к организации работы по проектированию в статье рассматриваются вопросы выстраивания эффективной процедуры создания документов по стандартизации на начальной концептуальной стадии.

Ключевые слова: проектирование, документы по стандартизации, концептуальная стадия проектирования.

CONCEPTUAL DESIGN OF STANDARDIZATION DOCUMENTS

***Polikarpov M.P.**, Ph.D. Sciences, Associate Professor, Russian State University of Oil and Gas named after. THEM. Gubkina, г. Moscow*
***Larina I.L.**, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Russian State University of Oil and Gas named after. THEM. Gubkina, Moscow*
***Kozhevnikov S.V.**, Ph.D. geological and mineralogical sciences, senior lecturer, Russian State University of Oil and Gas named after. THEM. Gubkin, Moscow*

The article is devoted to the key aspects of designing standardization documents. The problem of systems, the most crucial and decisive stage is the conceptual stage. This is where the foundations are laid, which directly determine how successful and effective the entire standards development process will be. Based on scientific approaches to the organization of work, the article discusses the issues of building an effective procedure for creating standards at the initial conceptual stage.

Keywords: design, standardization documents, conceptual design stage.

В современном мире, где человеческая деятельность становится все более сложной и многогранной, возникает острая необходимость в четких правилах и ориентирах. Именно для этого и существует стандартизация – процесс, в ходе которого вырабатываются единые нормы, требования и характеристики для различных объектов. Эти правила, закрепленные в нормативных документах, помогают нам действовать слаженно и эффективно.

Однако с развитием технологий и появлением цифровых решений мы сталкиваемся с новой реальностью: количество стандартов растет экспоненциально, а внедрение цифровизации открывает совершенно новые горизонты, такие, например, как смарт-

стандартизация. Это ставит перед нами задачу на новом этапе осмыслить стандартизацию не просто как набор правил, а как самостоятельную область научных исследований, развитие которой позволит выявить закономерности, присущие процессу стандартизации в целом, и применить их при разработке конкретных документов по стандартизации.

Важно подчеркнуть, что глубокое изучение основ стандартизации и ее роли в упорядочении процессов имеет давнюю историю. Эта тема активно исследовалась еще в 1960-х годах, что подтверждается рядом фундаментальных работ, опубликованных в тот период [1, 2]. Кроме того, основы стандартизации рассматриваются и в рамках научного аппарата общественных наук, включая такие дисциплины, как философия [3, 4]. Современные вопросы методологии стандартизации развиты в трудах В.Я. Белобрагина, В.В. Окрепилова, С.В. Пугачева, А.В. Зажигалкина, Зворыкиной Т.И. и других авторов.

Изучение того, как работает стандартизация в целом, выявляет, что она может быть успешной и приносить ощутимые результаты только тогда, когда все ее основополагающие принципы работают слаженно и без сбоев. Процесс проектирования и разработки документов по стандартизации – это **систематизированный подход к созданию правил, норм**, характеристик, которые обеспечивают единообразие, качество и безопасность в определенной области.

Это **тщательно выстроенная процедура**, включающая в себя исследование, разработку, согласование и внедрение, чтобы конечный документ был актуальным, практичным и отвечал потребностям общества.

Переход на базе цифровизации к цифровой трансформации в области стандартизации [5], в свою очередь, предлагает нам и пути решения этой проблемы, позволяя устанавливать связи между существующими стандартами, выстраивать их в логичную иерархическую систему, что в конечном итоге приведет к оптимизации их количества, а также устранит несоответствия и дублирование. Это означает, что разработчикам стандартов придется меньше тратить сил на их создание, а пользователям – легче и быстрее находить нужную информацию, получая четкие и понятные руководства к действию. Для нефтегазовой отрасли, которая является ведущей для российской экономики, упорядочение процесса разработки документов путем внедрения цифровых инновационных технологий в организацию деятельности нефтегазовых корпораций представляется не просто важным, а необходимым.

В качестве составного элемента, существенно упорядочивающего процесс разработки документов по стандартизации и благоприятствующего цифровой трансформации, предлагается рассматривать *концептуальное проектирование документов по стандартизации.*

Понятие «проектирование» [6] первоначально сформировалось в сфере техники и индустрии. Впоследствии оно было распространено в связи с развитием кибернетики на ряд других сфер – теорию управления, системный анализ и т.д., а потом распространилось повсеместно.

Проектирование – процесс создания проекта, прототипа или прообраза предполагаемого или возможного объекта или состояния. Для стандартизации проектирование – это процесс создания документа.

Проектная деятельность – это уникальная деятельность, имеющая начало и конец во времени, направленная на достижение заранее определенного результата/цели, создание уникального личностного результата.

Проект – это комплекс действий, направленных на получение запланированного результата с учетом установленных сроков и ограниченных ресурсов. При управлении проектом используют те знания, умения, инструменты и методы, которые необходимы для выполнения конкретных задач по заданным требованиям.

Проект в управленческой деятельности (соответствует англ. *project* от лат. *projectus* «брошенный вперед, выступающий, выдающийся вперед») – временное предприятие, направленное на создание уникального продукта, услуги или результата [7].

Проект состоит из уникального набора процессов. Процессы состоят из координируемых и контролируемых 6работ с датами начала и окончания, которые выполняются для достижения целей проекта. Достижение целей проекта требует получения результатов, отвечающих конкретным требованиям. При реализации проекта могут действовать множество ограничений. Несмотря на возможное сходство каждый проект уникален. В процессе проведения исследования постоянно приходится сопоставлять полученные промежуточные результаты с исходными позициями, с проектом исследования, и, соответственно, уточнять, корректировать и цели, и сам ход исследования [8].

Каждый проект имеет определенное начало и окончание и, как правило, делится на фазы (см. таблицу). Фазы, стадии, этапы проектирования показаны в таблице [8].

Фазы, стадии, этапы проектирования

Номер	Фазы	Стадии	Этапы
1	Проектирование исследования	Концептуальная	Выявление противоречий Формулирование проблемы Определение цели исследования Формирование критериев
		Стадия построения гипотезы Стадия конструирования исследования Стадия технологической подготовки исследования	
2	Технологическая (разработка)	Стадия проведения исследований Стадия оформления результатов	Теоретический этап Эмпирический этап
3	Рефлексивная (оформление и оценка)	Стадия оценки результатов	

Создание любого исследования или проекта, особенно в области стандартизации, проходит через несколько ключевых этапов.

Первая фаза – фаза проектирования исследования – от замысла до определения конечных задач исследования в значительной мере осуществляется по общей для всех исследований схеме, включает в себя зарождение идеи, выявление существующих несоответствий или проблем, формулирование конкретной задачи, определение объекта и предмета изучения, постановку цели, выдвижение предположений (гипотез) и составление детального плана действий.

Вторая фаза – технологическая, определяется содержанием конкретного исследования для разработки документа.

Следующий этап рефлексивная фаза – это апробация результатов, оформление работы, оценка и самооценка результатов исследования.

Особое значение для создания документов по стандартизации имеет **концептуальная стадия**. Она служит своего рода «дорожной картой», помогая ответить на фундаментальные вопросы: чего мы хотим достичь в итоге, почему это важно и каким образом мы будем двигаться к решению поставленной задачи.

Большая часть задач концептуального проектирования приходится на ранние стадии разработки технических систем, когда формируется задача на проектирование и вырабатываются различные варианты решений. Концептуальное проектирование включает в себя оценку альтернативных вариантов проекта по ключевым технологическим, техническим и экономическим показателям. Эта стадия является фундаментом для всех последующих этапов проекта, поскольку на ней анализируются все внутренние и внешние факторы, влияющие на разработку.

Приступая к созданию документа, который призван упорядочить какую-либо деятельность, на самой ранней стадии концептуального проектирования, когда мы только обдумываем общую идею, крайне важно определить, на каком этапе находится сама эта деятельность.

Рассмотрим два основных сценария:

а) деятельность находится на стадии замысла или проектирования. В этом случае стандарты либо изначально задумываются как неотъемлемая часть будущего проекта, либо их необходимость возникает в процессе разработки.

б) деятельность уже осуществляется, но сталкивается с трудностями. Если текущие процессы вызывают проблемы, то разработка стандартов может стать эффективным решением для их устранения.

Как показывает таблица, концептуальный этап включает в себя несколько ключевых шагов: обнаружение несоответствий, четкое определение проблемы, постановку цели исследования и формирование критериев оценки.

При планировании работы над документами по стандартизации по сценарию а) мы проходим через все этапы концептуального проектирования. Это необходимо, поскольку сама задача по стандартизации пока только намечена, и еще предстоит определить все необходимые ресурсы, методы, а также ожидаемые результаты. Без четкого понимания текущего состояния деятельности, которую мы стремимся стандартизировать, невозможно эффективно пройти через эти этапы. Например, при выявлении противоречия, мы должны понимать, является ли оно следствием отсутствия стандартов в новой, только зарождающейся деятельности, или же оно возникло в результате несовершенства существующих, но уже применяемых процессов.

Этап выявления противоречий подразумевает поиск несоответствий. Противоречия могут быть **внешними**, возникающими между двумя или более документами или их частями. Часто один документ может противоречить нескольким другим, причем каждое несоответствие может касаться разных аспектов. Для точного определения степени противоречивости может потребоваться разбиение документов на более мелкие, элементарные части. Эксперты отмечают, что основные противоречия в нормативных правовых документах по вертикали власти часто возникают на стыке смежных уровней между различными уровнями законодательства [9], а в случае стандартизации противоречивость возникаеи между различными документами по стандартизации, относящимися к данному объекту на разных уровнях утверждения. Практически это может быть связано с тем, что перед утверждением нового документа, содержащего спорное положение, не были проработаны другие нормативные правовые, нормативные технические документы, касающиеся рассматриваемого положения, на предмет установления возможного противоречия.

Понимание природы этих противоречий, будь то между различными нормативными актами, документами по стандартизации или даже между существующими практиками и желаемым состоянием, является критически важным для успешного начала процесса стандартизации. Выявление противоречий – это не просто констатация факта их существования, а глубокий анализ их причин и последствий. Это может включать в себя сравнительный анализ различных документов, выявление пробелов в регулировании, определение областей, где существующие решения неэффективны или даже вредны. На этом этапе закладывается фундамент для дальнейшей работы, поскольку именно противоречия и проблемы служат отправной точкой для постановки задачи, направленной на обеспечение целостности и эффективности всей системы нормативных документов.

На основе выявленного противоречия разработчик ставит для себя задачу создания проекта документа по стандартизации. При выявлении противоречий на данном этапе проводятся: **выявление дублирования** правил и характеристик в стандартах разного уровня принятия (законодательными, нормативными правовыми актами), **устранение противоречий** между действующими и разрабатываемыми документами, **анализ**

взаимосвязей между документами по стандартизации, **проверка соответствия** новым законодательным требованиям и др.

В процессе процесса постановки проблемы выделяют: формулирование, оценку, обоснование и структурирование. **Формулирование проблемы – э**то переход от наблюдения к определению того, что именно требует решения. Проблема должна быть сформулирована четко, лаконично и максимально конкретно, чтобы избежать двусмысленности. Она должна отражать суть выявленных противоречий и указывать на необходимость вмешательства через стандартизацию. Важное значение для формулирования проблемы имеет построение проекта конечного результата на основе прогноза развития данной проблемы. Постановка проблемы в процессе проектирования документов по стандартизации может быть процессом по разрешению противоречий, что и должно обосновать необходимость разработки документа по стандартизации. В оценку проблемы входит определение всех необходимых для ее решения условий, в число которых в зависимости от характера проблемы и возможностей науки входит определение методов исследования, источников информации, состава специалистов, которые будут работать над проблемой, источников финансирования, а также промежуточных и конечных результатов. Обоснование проблемы – это определение содержательных связей данной проблемы с другими, ранее разработанными документами по данной проблеме, решенными и решаемыми одновременно с данной, а также выяснение связей с проблемами, решение которых станет возможным в зависимости от их решения. Обоснование проблемы – обеспечивает возможность решения стоящих проблем методами стандартизации. Для структурирования проблемы необходимо разделить ее для изучения на составляющие задачи, без которых нельзя рассчитывать на получение положительного результата.

Для изучения объекта и аспекта стандартизации исследования определяется цель, которую необходимо достичь по завершении разработки документа. Цель исследования задает направление всей последующей работе и служит ориентиром для оценки успешности проекта.

Наконец, в рамках концептуального проектирования важным этапом является **формирование критериев**. Критерии – это измеримые показатели, по которым будут оцениваться достижение поставленной цели и эффективность разработанного стандарта. Они должны быть объективными, проверяемыми и релевантными. Формирование четких критериев на ранней стадии позволяет не только оценить успешность проекта по его завершении, но и корректировать ход работы в процессе выполнения, если становится очевидно, что текущие действия не ведут к достижению желаемых результатов.

Критерии оценки для получения конечного результата разработки проекта документа по стандартизации определяются:

– предметностью, означающей, что вся совокупность понятий и утверждений должна относиться к одной и той же предметной области, объекту и аспекту стандартизации.

– полнотой, охватывающей процессы из предметной области документа по стандартизации;

– непротиворечивостью как результатом процесса по выявлению противоречий;

– интерпретируемостью, определяющей изучение закономерностей, тенденций в данных с целью получения достоверных результатов и формулирования значимых выводов;

– проверяемостью, которая выступает как установление соответствия содержания положений документа по стандартизации в отношении реальных объектов;

– достоверностью – способом такого установления является проверка.

Эти четыре этапа являются основой концептуального проектирования в области стандартизации.

Таким образом, каждый этап концептуального проектирования, от выявления противоречия до формирования критериев, требует предварительного анализа состояния стандартизируемой деятельности, чтобы обеспечить релевантность и действенность будущих документов по стандартизации.

В случае б), если деятельность уже реализуется на практике, но накопились проблемы, разрешение которых целесообразно решить через разработку стандартов, то будем считать,

что противоречия и проблемы в документах о стандартизации уже определены. Тогда возможны следующие этапы: формулирование проблемы, решение которой может быть направлено на разрешение противоречий путем разработки документа по стандартизации; определение цели исследования и формирование критериев для достижения цели завершения разработки документа; этап формирования (выбора) критериев оценки достоверности результатов исследования (формируются критерии для достижения целей стандартизации для данных объектов и аспектов).

Когда устраняется противоречие, мы определяем, какую именно проблему нам нужно решить и как ее сформулировать. Это может быть устранение дублирования требований в разных документах, приведение в соответствие действующих и новых правил или гармонизация требований разных стандартов (национальных, международных), также проверяется, соответствуют ли существующие правила новым законодательным требованиям и актуальны ли ссылки на другие документы.

Описание проблемы позволяет предсказать, каким будет оптимальный результат ее решения с обоснованием необходимости разработки документа по стандартизации. На основе выявленной проблемы мы ставим перед собой конкретную цель – создать документ по стандартизации, который эту проблему решит.

Чтобы понять, насколько успешно мы решили проблему, мы определяем критерии, по которым будем оценивать результат, и переходим к более детальной проработке решения проблемы, в**ыбору критериев и их оценке.** Это могут быть условия, необходимые для решения проблемы: поиск нужной информации, определение команды специалистов, которые будут работать над задачей, поиск источников финансирования, а также планирование промежуточных и конечных результатов.

После того как концептуальная основа заложена, исследование может перейти к следующей, не менее важной фазе, определяемой содержанием конкретного исследования. На этом этапе происходит углубленное изучение предмета стандартизации, сбор и анализ данных, необходимых для формирования требований и положений будущего стандарта. Но особенно важно, чтобы на этом этапе сохранялась связь с концептуальными задачами, чтобы разрабатываемые положения соответствовали изначально поставленным целям и решали выявленные проблемы.

Выводы

Таким образом, весь процесс разработки документов по стандартизации представляет собой последовательное движение от идеи к ее воплощению и проверке. Концептуальная фаза, как начальный этап, задает направление и определяет стратегию, в то время как последующие фазы обеспечивают детальную проработку, практическую реализацию и оценку полученных результатов. Успех всего проекта напрямую зависит от качества прохождения каждого из этих этапов, где концептуальное проектирование играет роль фундамента, на котором строится вся дальнейшая работа. Глубокая проработка концептуального этапа гарантирует, что конечный документ будет не только технически корректным, но и актуальным, востребованным и способным решать поставленные задачи, обеспечивая тем самым эффективное развитие стандартизируемой деятельности, в том числе ее цифровую трансформацию.

Список литературы

1. Постыка В.М. О **системности в стандартизации и системообразующих стандартах // Стандарты и качество.** 2001. № 9. С. 10–17.
2. Постыка В.М. Научно-методические основы стандартизации: монография. – СПб.: Астерион, 2007. – 262 с.
3. Урванцев Б.А. Порядок и нормы. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 240 с.
4. Урванцев Б.А. Диссертация Теоретико-методологические основания и практический смысл стандартизации как упорядочивающей деятельности людей. – Екатеринбург, 1992.
5. Саламатов В.Ю., Ватолкина Н.Ш., Дробышев Д.А., Сапожникова П.Н. *Цифровая трансформация стандартизации*: препятствия и вызовы // Стандарты и качество. 2023. № 4.
6. Горовенко В.В. Проектирование правовой активности. Концептуальная стадия. Тюменская государственная академия мировой экономики, управления и права // Онтология проектирования. 2011. № 1. – С. 54–65.

7. Институт управления проектами (Project Management Institute, PMI) – Стандарт управления проектом и Руководство к своду знаний по управлению проектом (Руководство PMBOK) издание 7, https://biconsult.ru/files/datavault/PMBOK-6th-Edition-Ru.pdf
8. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология: монография. – М.: СИНТЕГ, 2007. – 668 с.
9. Раткин Л.С. Разработка методологии выявления противоречий в нормативно-правовых документах // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. 2020. № 3.

References

1. Postyka V.M. On the systematicity of standardization and system-forming standards // Standards and quality. 2001. No. 9. Pp. 10–17.
2. Postyka V.M. Scientific and methodological foundations of standardization: monograph. – St. Petersburg: Asterion, 2007. – 262 p.
3. Urvantsev B.A. Order and norms. – Moscow: Publishing house of standards, 1991. – 240 p.
4. Urvantsev B.A. Dissertation Theoretical and methodological foundations and practical meaning of standardization as a way of organizing people's activities. – Ekaterinburg, 1992.
5. Salamatov V.Yu., Vatolkina N.Sh., Drobyshev D.A., Sapozhnikova P.N. Digital transformation of standardization: obstacles and challenges // Standards and quality. 2023. No. 4.
6. Gorovenko V.V. Design of legal activity. Conceptual stage. Tyumen state academy of world economy, management and law // Ontology of design. 2011. No. 1. Pp. 54–65.
7. Project Management Institute (PMI) – Project Management Standard and a Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) 7th edition, https://biconsult.ru/files/datavault/PMBOK-6th-Edition-Ru.pdf
8. Novikov A.M., Novikov D.A. Methodology: monograph. – M.: SINTEG, 2007. – 668 p.
9. Ratkin L.S. Development of a methodology for identifying contradictions in regulatory documents // Greater Eurasia: development, security, cooperation. 2020. No. 3.

Для цитирования
Толстов Г.С. *Актуальные вопросы стандартизации в сфере организации прослеживаемости продукции машиностроения / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства. 2025. № 6(87). С. 95–101.*

УДК 006.85

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В СФЕРЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Толстов Г.С., *канд. техн. наук, НТЦ «Информтехника» – филиал ФГУП «ВНИИ «Центр», заместитель председателя ТК 124, г. Москва*

Существующие стандарты на прослеживаемость продукции машиностроения на стадиях жизненного цикла не обеспечивают в полном объеме стандартизацию информационных, технологических и организационных процессов, реализующих прослеживаемость продукции на стадии производства и на последующих стадиях жизненного цикла продукции. Актуальность стандартизации таких процессов особенно важна для организации прослеживаемости продукции, относящейся к оборонной, ракетно-космической, авиационной технике, оборудованию атомной энергетики.

Ключевые слова: прослеживаемость продукции машиностроения, качество, машиносчитываемая маркировка, производство, эксплуатация, ремонт.

CURRENT STANDARDIZATION ISSUES IN THE SPHERE OF ENGINEERING PRODUCTS TRACEABILITY

Tolstov G.S., *Candidate of Technical Sciences, Scientific and Technical Center "Informtekhnika" – branch of the Federal State Unitary Enterprise "All-Russian Research Institute "Center", Deputy Chairman of TK 124, Russia, Moscow*

Existing standards for the traceability of engineering products throughout their lifecycles do not fully standardize the information, technological, and organizational processes that implement product traceability during production and subsequent stages of the product lifecycle. Standardizing such processes is particularly important for the traceability of products in the defense, rocket and space, aviation, and nuclear power industries

Keywords: traceability of engineering products, quality, machine-readable marking, production, operation, repair.

Одним из важнейших элементов системы управления качеством и организации производства продукции машиностроения, во многом определяющим их эффективность, является прослеживаемость продукции в производственном процессе и на последующих стадиях жизненного цикла. Обеспечение прослеживаемости осуществляется за счет идентификации продукции [1–3], то есть присвоения продукции уникального обозначения. В соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001 изготовитель или поставщик продукции должен устанавливать и поддерживать в рабочем состоянии методы идентификации продукции на всех этапах производства и поставки продукции. Для автоматизации прослеживаемости применяют машиносчитываемую маркировку, электронные документы с описанием происхождения, характеристик и качества продукции, а также информационные системы предприятий, отраслевые и государственные информационные системы для хранения и предоставления данных о прослеживаемости.

Наибольшую остроту задача обеспечения прослеживаемости продукции приобретает для областей промышленности, связанных с национальной и общественной безопасностью, в первую очередь для продукции оборонной, авиационной, ракетно-космической, атомной, электронной отраслей промышленности, средств связи и телекоммуникаций, наземного и морского транспорта.

Целями применения систем прослеживаемости являются обеспечение качества продукции, исключение применения дефектной, находящейся в незаконном обороте, фальсифицированной и контрафактной продукции, мониторинг наличия характеристик и показателей качества изделий и материалов по всему их жизненному циклу, сокращение производственных и информационных затрат за счет применения автоматизации информационных операций при производстве, эксплуатации и ремонте.

Для обеспечения прослеживаемости единиц и групп продукции, упаковок, грузовых единиц должны быть использованы уникальные кодовые обозначения. До недавнего времени в РФ не существовало систем уникальной идентификации продукции на основе кодовых обозначений, присвоенных национальными организациями со статусом международного агентства выдачи кодовых обозначений по ИСО/МЭК 15459. Это было особенно критично для военной и авиационной гражданской техники. Порядка 800 российских предприятий кодировали свою продукцию с применением кодов предприятий NCAGE, выдаваемых США и НАТО. После введения санкций против России доступ к указанной системе кодирования был закрыт. Для создания независимой национальной системы идентификации продукции были сформированы два международных агентства выдачи кодовых обозначений продукции по ИСО/МЭК 15459 на основе отечественных организаций. Такими организациями стали ГосНИИ авиационных систем – ФАУ «ГосНИИ АС», которое кодирует предприятия и продукцию гражданского авиастроения и другие отрасли машиностроения, а также ФГБУ «46 ЦНИИ» МО РФ с полномочиями кодирования оборонных предприятий и продукции, поставляемой по государственному оборонному заказу. Российские агентства выдачи включены в международный реестр агентств выдачи ISO «Register of Issuing Agency Codes for ISO/IEC 15459» и в международный аэрокосмический стандарт по идентификации и прослеживаемости продукции ISO 15459. Указанные два отечественных агентства выдачи формируют единую систему кодирования промышленной продукции с согласованными правилами, в которой в настоящее время кодируется продукция оборонных предприятий и гражданская авиационная техника по проектам МС-21 и SJ-100 (Сухой Суперджет Новый).

В настоящее время разработана группа национальных и военных стандартов, регламентирующих:

– общие требования к уникальной идентификации и машиносчитываемой маркировке промышленной продукции, детально регламентированы вопросы, относящиеся к гражданской авиации, военной технике, металлопродукции, включая кодирование характеристик этой продукции, представление и передачу в электронной форме документов о качестве;

– общие требования к прослеживаемости оборота продукции от изготовления до утилизации.

Таблица 1

Национальные стандарты, регламентирующие прослеживаемость продукции машиностроения и материалов для ее изготовления

Обозначение	Наименование национального стандарта	Содержание требований
ГОСТ Р 58636–2019	Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Прослеживаемость оборота продукции. Общие требования	Организация прослеживаемости на стадиях жизненного цикла

Обозначение	Наименование национального стандарта	Содержание требований
ГОСТ Р ISO 21849: 2022	Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Данные о промышленной продукции. Уникальная идентификация и прослеживаемость продукции	Уникальная идентификация компонентов авиационной техники и иной продукции, в том числе с применением кодов российских агентств выдачи
ГОСТ Р 59002–2024	Идентификация и прослеживаемость изделий авиационной техники. Основные положения	Уникальная идентификация, общие требования к прослеживаемости компонентов авиационной техники
ГОСТ Р 59003–2025	Символы штрихового кода на изделиях авиационной техники. Состав и формат данных	Состав данных машиночитаемой маркировки компонентов и эксплуатационной документации авиационной техники
ГОСТ Р 59004–2020	Радиочастотные метки на изделиях авиационной техники. Состав и формат данных	Радиочастотные метки для уникальной идентификации и маркирования компонентов авиационной техники
ГОСТ Р 70742–2023	Системы защиты от фальсификаций и контрафакта. Идентификация и машиносчитываемая маркировка материалов. Общие положения	Идентификация, состав данных машиночитаемой маркировки металлопродукции, документ о качестве в электронной форме
ГОСТ Р 70740–2023	Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Автоматизированные информационные системы прослеживаемости оборота материалов. Общие положения	Автоматизированные системы прослеживаемости предприятий отрасли. Общие требования
ГОСТ Р XXXX–20XX (проект)	Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Прослеживаемость продукции на стадии производства. Общие требования	Автоматизация прослеживаемости материалов, заготовок, деталей, сборочных единиц, инструмента, оборудования, исполнителей, документации на стадии производства

Для обеспечения прослеживаемости продукции на протяжении жизненного цикла ключевыми являются мероприятия на стадии производства, связанные с формированием показателей качества, нанесением машиночитаемой маркировки с уникальными идентификаторами на заготовки, детали, сборочные единицы, инструмент, оборудование, упаковку, грузовые единицы. Для организации прослеживаемости продукции на стадии производства должны применяться автоматизированные системы управления ресурсами и управления конструкторскими и технологическими данными организации. Сбор и ввод данных о прослеживаемости в производственные информационные системы организации должны в максимальной степени исключать визуальные и ручные операции, а полнота и качество данных должны контролироваться в рамках плановых проверок.

Прослеживаемость продукции на этапе производства заключается в обеспечении возможности для участников производственного процесса установить историю происхождения и характеристики получаемых материалов и покупных (комплектующих) изделий, документировать, хранить, предоставлять пользователям данные о прохождении технологического маршрута детали, сборочной единицы в части выполненных операций,

рабочих местах, оборудовании, исполнителях, контролерах, данные измерений и испытаний от входного контроля до получения готовой продукции.

Работы по обеспечению прослеживаемости продукции на стадии производства следует осуществлять в целях повышения качества продукции, сокращения затрат и времени на организацию производственного процесса, улучшения послепроизводственного технического обслуживания и ремонта продукции.

Для оборонной, ракетно-космической, авиационной техники, оборудования атомной энергетики применение машиночитаемой маркировки с применением лазерного и иглоударного оборудования связано с оказанием воздействия на элементы конструкции, работающие в условиях интенсивного механического, теплового, химического, абразивного, аэро- и гидродинамического воздействия. Нанесение маркировки может снизить коррозионную стойкость, запас прочности таких элементов до недопустимых значений. Ввиду этого, введение в конструкторскую и технологическую документацию требований к нанесению машиночитаемой маркировки требует от конструктора и технолога индивидуального учета видов материалов и покрытий, геометрии и условий нагружения изделий, внешних воздействующих факторов при производстве и эксплуатации. Должны быть разработаны типовые технологические процессы маркирования и типовые методики испытаний маркированных изделий. Для большинства видов изделий и материалов из перечисленных областей техники разработка типовых технологий нанесения машиночитаемой маркировки не проведена. Так, для военной и гражданской авиационной техники в абсолютном большинстве случаев присвоенные уникальные идентификаторы наносятся в виде символов штриховых кодов на таблички, упаковку, документы, но не наносятся на сами детали и сборочные единицы, что ограничивает возможности прослеживаемости этих элементов в производстве, эксплуатации и ремонте. Не проведена соответственно и стандартизация указанных технологий.

Для изменения указанной ситуации Московским авиационным институтом, Технологическим университетом и авиационным предприятием «Комсомольский-на-Амуре авиационный завод имени Ю.А. Гагарина» проводятся исследовательские работы по созданию пилотного проекта системы прослеживаемости авиационных компонентов на стадии производства – от материала и заготовки до готовой продукции по всему конструкторскому составу самолета, что составляет более 20 тысяч деталей и сборочных единиц для одной модели самолета. В большинстве случаев будет наноситься технологическая маркировка, потребность в которой сохраняется только на этапах производства, применяемая для обеспечения прослеживаемости материалов, заготовок, незавершенных предметов производства, деталей и сборочных единиц при выполнении технологических операций и контроле качества в процессе производства.

По результатам отработки планируется разработка стандартов предприятия и национального стандарта, устанавливающего общие требования к прослеживаемости продукции на стадии производства, а также национального стандарта с требованиями к типовым технологиям маркирования и оценки качества маркировки для заготовок, деталей и сборочных единиц на стадии производства.

На уровне предприятия должны быть стандартизованы: применяемые составы данных маркировки, технологии маркирования, контроля качества маркировки, формы электронных или машиночитаемых технологических паспортов, карт измерений, технологических карт и других документов, схемы информационных потоков и точек регистрации (записи), считывания, хранения, использования информации, правила взаимодействия системы прослеживаемости с системами управления ресурсами, управления конструкторской и технологической документацией, управления качеством продукции предприятия. Существующие нормативные документы в области маркирования и контроля качества маркировки продукции машиностроения приведены ниже.

Таблица 2

Национальные стандарты и рекомендации по стандартизации, регламентирующие маркирование и контроль качества маркировки

Обозначение	Наименование национального стандарта	Содержание требований
ГОСТ Р 59736–2021	Оптика и фотоника. Лазерная маркировка металлических изделий. Технологический процесс	Без привязки к видам материалов и покрытий
ГОСТ Р 51839.1–2001	Защитные технологии. Средства защиты. Маркировка лазерная. Классификация. Общие технические требования	Общая классификация методов лазерного маркирования
ГОСТ Р 59886–2021	Информационные технологии. Технологии автоматической идентификации и сбора данных. Рекомендации по прямому маркированию изделий с применением флуоресцентной композиции и контролю качества маркировки	Иглоударная маркировка с флуоресцентным составом
Р 50.1.081–2012	Информационные технологии. Технологии автоматической идентификации и сбора данных. Рекомендации по прямому маркированию изделий (ПМИ))	Выбор методов прямого маркирования, подготовка поверхности, маркирование, контроль качества
ГОСТ Р 57302–2016	Информационные технологии. Технологии автоматической идентификации и сбора данных. Прямое маркирование изделий. Требования к качеству символов Data Matrix, полученных интрузивным маркированием (аутентичен SAE AS9132-2005)	Требования к технологиям лазерного и иглоударного маркирования, контроль качества маркировки
Р 50.1.085–2013	Информационные технологии. Технологии автоматической идентификации и сбора данных. Рекомендации по контролю качества при прямом маркировании изделий (ПМИ)	Отличия в методе оценки качества маркировки, нанесенной прямым маркированием, от метода по ИСО/МЭК 15415
ГОСТ Р ИСО/МЭК 29158–2022	Информационные технологии. Технологии автоматической идентификации и сбора данных. Рекомендации по контролю качества маркировки при прямом маркировании изделий (ПМИ)	Проведение измерений и оценивание по классам качества маркировки, нанесенной методами прямого маркирования, отчеты о результатах оценивания по классам качества

Обеспечение прослеживаемости продукции на стадии эксплуатации, капитального ремонта и утилизации продукции требует документирования истории всех значимых событий с продукцией, влияющих на характеристики качества, и значимых внешних условий при выполнении стадий жизненного цикла. При этом в качестве уникальных идентификаторов продукции должны использоваться идентификаторы, присвоенные изготовителем продукции.

Данные о прослеживаемости продукции предприятия должны быть загружены в адаптированные автоматизированные информационные системы учета ресурсов предприятия, которые должны обеспечивать процесс прослеживаемости продукции в циклах производства и поставок данного предприятия.

Для обеспечения интеграции данных по прослеживаемости, находящихся в территориально распределенных информационных ресурсах организаций-изготовителей, эксплуатирующих и ремонтных организаций, должны быть сформированы централизованные (корпоративная, отраслевая, ведомственная, государственная) автоматизированные

информационные системы прослеживаемости оборота продукции. В настоящее время требования к автоматизированным системам прослеживаемости на уровнях предприятий, отраслей промышленности и государства установлены только в ГОСТ Р 70740 для оборота материалов, для иного вида продукции аналогичный национальный стандарт не разработан. Обмен данными по прослеживаемости между организациями должен осуществляться участниками производственной кооперации, эксплуатации и ремонта в рамках договорных отношений и административного подчинения.

Кроме централизованной базы данных для построения системы прослеживаемости возможно применение системы мониторинга оборота продукции на основе распределенного реестра (промышленного блокчейна) [4]. Такая система является децентрализованной, участники системы криптографически авторизованы по ключам, достижение консенсуса осуществляется без использования майнинга, данные хранятся в узлах сети, новые участники принимаются централизованно. Сделка купли-продажи, согласованная двумя участниками, проводится в сети с контролем правильности параметров сделки программными средствами. Попытка проведения транзакции с нарушениями (подделка, подмена и проч.) фиксируется и становится известной всем участникам цепи поставок, контролирующим органам. Имеется возможность осуществлять гибкую настройку прав доступа к сети, создавать частные системы с закрытыми для чтения блоками, в которых посторонние не могут получить данные, если не имеют права доступа. Просмотр транзакций в такой системе осуществляется только с ключами шифрования. Система может включать документы, такие как договор, счет-фактура, коносамент, сертификат изготовителя, упаковочные листы, документ о качестве и др. Контролирующий орган и конечный потребитель могут видеть в режиме реального времени необходимые и точные данные (продавец, покупатель, цена, количество, перевозчик, финансы, страхование и т.д.). Применение систем прослеживаемости на основе блокчейна сокращает затраты на систему, обеспечивает повышение безопасности приобретения продукции, минимизирует возможности оборота фальсификатов и контрафакта, сокращает сроки документооборота, проверки достоверности данных, за счет чего ускоряются заключение соглашений, отгрузка и получение продукции. Отработка и стандартизация систем прослеживаемости на основе блокчейна позволят существенно сократить стоимость системы и повысить ее оперативность и надежность.

В зарубежной практике применение государственных систем прослеживаемости продукции предусмотрено на уровне законодательства. Так, федеральным законом США 41 USC «Общественные контракты» предусмотрено, что при поставках военной продукции, техники авиационно-космического агентства, атомной промышленности вся продукция, соответствующая установленным критериям, должна получать уникальные идентификаторы, машиночитаемую маркировку и прослеживаться в государственных базах данных. Законом США 106–181 от 5 апреля 2000 г. «О финансировании и реформировании авиации в 21 веке» (Закон Венделла Х. Форда) предусмотрены уникальная идентификация, маркирование, контроль за оборотом изделий авиационной и космической техники, финансирование работы национального центра по ведению данных о транспорте, который является центральным репозиторием данных министерства транспорта, обязательность представления данных в систему. Указанные системы действуют на основе правил идентификации и маркирования международных стандартов ИСО/МЭК 15459, ИСО/МЭК 15434, ИСО 21849. Аналогов указанных федеральных законов и систем прослеживаемости в Российской Федерации до настоящего времени не существует.

Заключение

Прослеживаемость продукции машиностроения на стадиях производства, эксплуатации и ремонта является ключевым условием управления качеством, сокращения затрат на процессы производства, предотвращения оборота некачественной и незаконной продукции. В настоящее время разработаны национальные стандарты, обеспечивающие уникальную идентификацию продукции машиностроения и содержащие общие требования к нанесению и

контролю качества машиносчитываемой маркировки, формированию электронных документов о качестве и организации автоматизированных систем прослеживаемости материалов. Однако отсутствуют стандарты на типовые технологические процессы нанесения машиносчитываемой маркировки на изделия с учетом их специфики, методы испытаний изделий и контроля качества маркировки, не стандартизованы производственные процессы предприятия, связанные с применением электронных или машиночитаемых технологических паспортов, карт измерений, технологических карт и других производственных документов, схем информационных потоков и точек регистрации (записи), считывания, хранения, использования информации по прослеживаемости на предприятии. Отсутствуют документы по стандартизации, определяющие требования к информационным системам прослеживаемости изделий машиностроения на уровне предприятий, отраслей и государства. Целесообразно проведение научных и аналитических исследований в области стандартизации технологий прослеживаемости продукции, а также разработка образовательных программ.

Список литературы

1. Воробьев П.С., Лежнев А.В., Толстов Г.С. Актуальность и пути формирования государственной информационной системы прослеживаемости вооружения и военной техники // Вооружение и экономика. 2019. №3(49). С. 55–61.
2. Астафьев А.В. Провоторов А.В. Системный анализ технологий идентификации продукции в условиях промышленного производства // Системный анализ в науке и образовании. 1 (сен. 2021), С. 85–91.
3. Леони М. Автоматическая идентификация – основа развития индустрии 4.0 // Фотоника том 12 № 7 (75) 2018. С. 652–660.
4. Воробьев П.С., Миргалеев А.Т., Толстов Г.С., Шамаев С.М. Применение технологии распределенного реестра (блокчейн) для создания автоматизированных систем управления материальными ресурсами на этапах производства и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники // Вооружение и экономика. 2021. № 2(56). С. 69–80.

References

1. Vorobyov P.S., Lezhnev A.V., Tolstov G.S. Relevance and Ways of Forming a State Information System for the Traceability of Weapons and Military Equipment //*Voorusenie I Economika* [Armament and Economy] 2019. No. 3 (49) pp. 55–61 (in Russian).
2. Astafyev A.V., Provotorov A.V. Systems Analysis of Product Identification Technologies in Industrial Production Conditions //*Sistemnyy analiz v nauke i obrazovanii* [Systems Analysis in Science and Education] 1 (September 2021), pp. 85–91 (in Russian).
3. Leoni M. Automatic Identification – the Basis for the Development of Industry 4.0 //*Fotonika* [Photonics] Vol. 12 No. 7 (75) 2018 pp. 652–660 (in Russian).
4. Vorobyov P.S., Mirgaleev A.T., Tolstov G.S., Shamaev S.M. Using distributed ledger technology (blockchain) to create automated material resource management systems during the production and operation of weapons, military, and special equipment //*Voorusenie I Economika* [Armament and Economics] 2021. No. 2(56), pp. 69–80 (in Russian).

Для цитирования
Штин А.С. Роль кадрового потенциала по стандартизации в обеспечении технологического суверенитета / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 102–108.

УДК 006.013

РОЛЬ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА

Штин А.С., *канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень*

Современный этап технологического развития России, характеризующийся курсом на импортозамещение, технологический суверенитет и цифровизацию промышленности, предъявляет исключительные требования к качеству и конкурентоспособности выпускаемой продукции. Ключевым элементом, обеспечивающим это качество, является система технического регулирования, основу которой составляют стандартизация и метрология. Именно эти области задают обеспечивают единство измерений как фундамент для внедрения сквозных технологий, научных исследований и развития высокотехнологичных секторов экономики.

Ключевые слова: стандартизация, подготовка инженеров, импортозамещение, кадровый потенциал, технологический суверенитет.

THE ROLE OF STANDARDIZATION TALENT IN ENSURING TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY

Shtin A.S.*, PhD in Engineering sciences, Tyumen Industrial University, Tyumen*

The current stage of technological development in Russia, characterized by a course towards import substitution, technological sovereignty and digitalization of industry, imposes exceptional requirements for the quality and competitiveness of manufactured products. The key element ensuring this quality is the technical regulation system, which is based on standardization and metrology. It is these areas that set the unity of measurements as the foundation for the introduction of end-to-end technologies, scientific research and the development of high-tech sectors of the economy.

Keywords: standardization, training of engineers, import substitution, personnel potential, technological sovereignty

На сегодняшний день кадровый потенциал, а именно подготовка высококвалифицированных инженеров по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология», приобретает стратегическое значение [1], [2], [3], [4]. Инженеры выступают необходимым связующим звеном между научными разработками и их практической реализацией в серийном производстве, гарантируя точность, надежность и воспроизводимость технологических процессов [5], [6], [7], [8].

Однако существует системное противоречие между растущей потребностью промышленности в таких специалистах и реальными объемами их подготовки в отечественной системе высшего образования [9], [10]. Крупные промышленные кластеры в регионах России – Урала, Сибири, Поволжья – остро ощущают дефицит молодых кадров в данной области [11], [12]. Несмотря на наличие профильных вузов в этих регионах, контрольные цифры приема (КЦП) на бюджетные места остаются незначительными и не успевают за динамикой кадрового запроса со стороны реального сектора экономики [13], [14]. Эта диспропорция приводит к тому, что предприятия, критически важные для оборонно-

промышленного комплекса, машиностроения, нефтегазохимии и IT-сектора, сталкиваются с рисками технологических сбоев и замедления темпов инновационного развития из-за нехватки профильных инженеров [15], [16].

Таким образом, проблема увеличения контрольных цифр приема на направление 27.03.01 «Стандартизация и метрология» в вузах, расположенных в промышленно развитых регионах, трансформируется из сугубо образовательной в задачу общегосударственной важности, непосредственно влияющую на технологическую безопасность и экономическую устойчивость страны [17], [18].

Целью данного исследования является анализ текущего распределения КЦП по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология» в разрезе промышленно развитых регионов РФ.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать КЦП по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология» в вузах промышленно развитых регионов РФ.
2. Проанализировать кадровую составляющую промышленно развитых регионов РФ.

Проанализировав количество учебных заведений, проводящих подготовку по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология», а также федеральные округа, где находятся данные учебные заведения, и количество контрольных цифр приема, мы получили следующие данные, представленные в табл. 1:

Таблица 1

Количество контрольных цифр приема в разрезе по округам

Федеральный округ	**Количество учебных заведений**	**Контрольные цифры приема**
Центральный федеральный округ (ЦФО)	8	150
Северо-Западный федеральный округ (СЗФО)	4	72
Приволжский федеральный округ (ПФО)	6	92
Уральский федеральный округ (УрФО)	2	45
Сибирский федеральный округ (СФО)	4	57
Южный федеральный округ (ЮФО)/ Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО)	3	37
Дальневосточный федеральный округ (ДВФО)	1	10
Итого		463

Графическая интерпретация полученных данных представлена в виде линейчатой гистограммы распределения КЦП по округам на рис. 1.

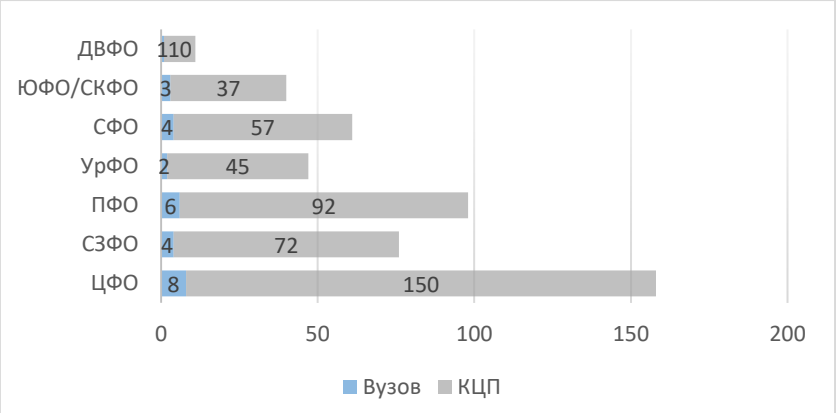


Рис. 1. Распределение КЦП в разрезе федеральных округов

Данная гистограмма показывает, что самое большое количество контрольных цифр приема по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология» сосредоточено в Центральном федеральном округе (ЦФО), между тем там же больше количество учебных заведений, проводящих подготовку по данному направлению. Также нельзя не обратить внимание на Приволжский федеральный округ (ПФО), где контрольные цифры приема находятся на втором месте в РФ по количеству, при этом пропорция в отношении количества вузов не соблюдается.

Подготовка ведется практически во всех федеральных округах, но лидерами по количеству и качеству программ являются Москва, Санкт-Петербург и крупные промышленные центры (Нижний Новгород, Казань, Томск, Новосибирск, Екатеринбург).

Для объективности оценки сосредоточенности высоких КЦП в федеральных округах была проанализирована ситуация на рынке труда. За основу были взяты данные из открытых источников.

Полученные данные были сведены в единую табл. 2, для сравнения с сосредоточенностью КЦП в федеральных округах:

Таблица 2

Кадровые потребности в федеральных округах

Федеральный округ	**Контрольные цифры приема, мест**	**Потребности в инженерах, вакансий**	**Отклонение, %**
Приволжский федеральный округ (ПФО)	92	700	761
Уральский федеральный округ (УрФО)	45	500	1111
Центральный федеральный округ (ЦФО)	150	400	267
Сибирский федеральный округ (СФО)	57	300	526
Северо-Западный федеральный округ (СЗФО)	72	250	347
Южный федеральный округ (ЮФО)/ Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО)	37	150	405

Для удобства анализа и визуализации полученной информации по полученным данным была построена гистограмма потребностей в инженерах по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология» в ФО, представлена на рис. 2.

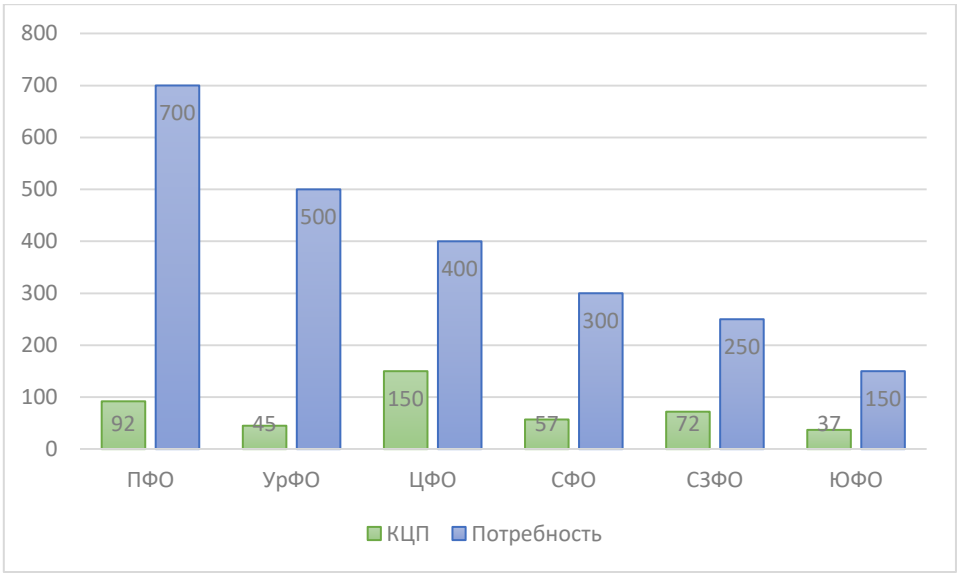


Рис. 2. Распределение вакансий по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология» в разрезе федеральных округов

Проанализировав полученную информацию, мы выявили, что Центральный и Северо-Западный округа, имея сильные вузы, сталкиваются с проблемой "перетока" выпускников в смежные сферы и в другие регионы. Задачей для них является не только подготовка, но и создание условий для закрепления кадров.

Наибольшая потребность в инженерах, не пропорционально превышающая возможности местных вузов, наблюдается в Приволжском и Уральском федеральных округах**.** Именно здесь сосредоточены критически важные для экономики предприятия машиностроения, металлургии и ОПК, испытывающие острый кадровый голод.

Далее для более детального анализа было принято решение проанализировать ситуацию в Уральском федеральном округе (УрФО). Для анализа взяли валовой региональный продукт (ВРП), который представляет собой валовой внутренний продукт (ВВП) для отдельно взятого региона, наиболее всеобъемлюще показывая его экономическую деятельность. В Уральский федеральный округ (УрФО) входят шесть субъектов: Курганская область, Свердловская область, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ, Челябинская область, Ямало-Ненецкий автономный округ. Данные по субъектам представлены в табл. 3:

Таблица 3

ВРП субъектов Уральского федерального округа

№	**Название субъекта**	**Площадь**	**Население**	**Административный центр**	**ВРП, млрд.р**	**ВРП на душу населения, тыс.руб/чел**
1	Курганская область	71487	745465	Курган	193,4	226
2	Свердловская область	195000	4222254	Екатеринбург	1977,1	456,9
3	Тюменская область	1465176	3932696	Тюмень	930	632,2
4	Ханты-Мансийский автономный округ	534802	1782781	Ханты-Мансийск	3033,2	1852,3
5	Челябинская область	87539	3384125	Челябинск	1261,8	360
6	Ямало-Ненецкий автономный округ	770251	524100	Салехард	1964,4	3670,3

Для наглядности восприятия полученную информации свели в диаграмму, представленную на рис. 3.

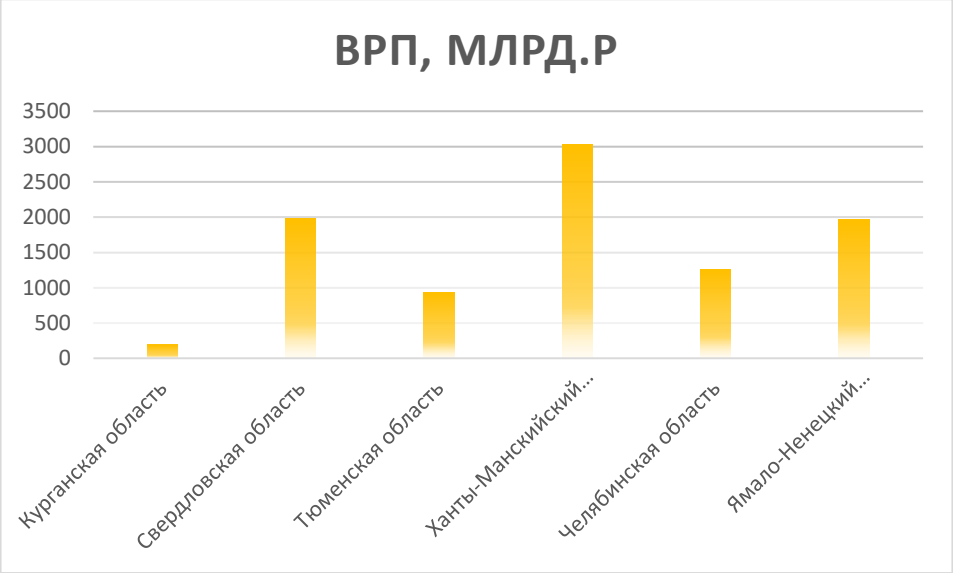


Рис. 3. Распределение ВРП по субъектам Уральского федерального округа

В случае распределения субъектов по ВРП на душу населения картина представляется совершенно другой, для наглядности данные представлены на рис. 4.

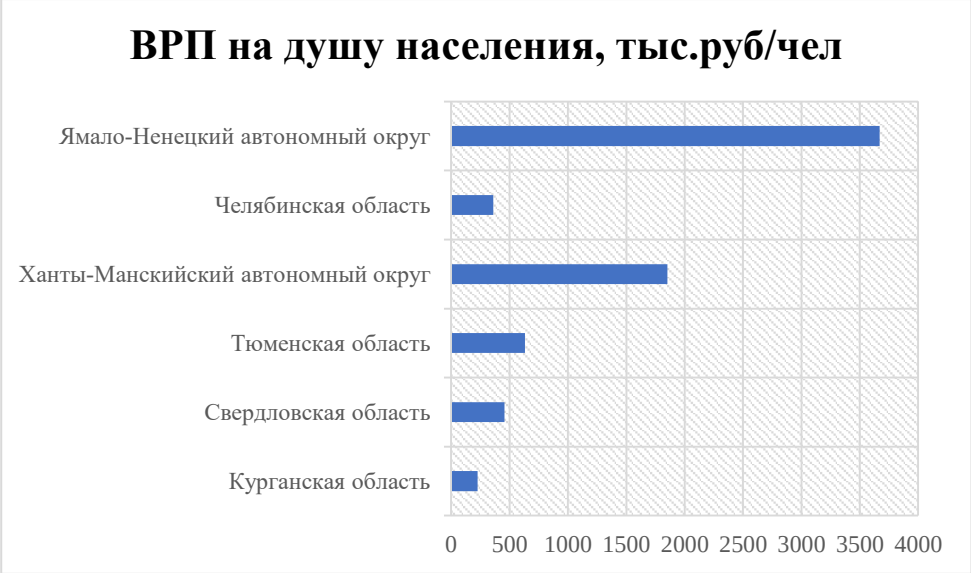


Рис. 4. Распределение ВРП на душу населения субъектов Уральского федерального округа

Анализ наглядно демонстрирует колоссальную экономическую дифференциацию внутри Уральского федерального округа.

Округ резко делится на сырьевые регионы-доноры с запредельно высоким ВРП на душу населения и промышленно развитые регионы, показывающие устойчивые среднероссийские результаты. УрФО в целом является одним из самых экономически мощных округов России именно благодаря сочетанию мощнейшей ресурсной базы и развитой обрабатывающей промышленности. При этом Уральский федеральный округ имеет почти самые низкие значения по контрольным цифрам приема и всего два учебных заведения проводят подготовку по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология» при потребностях в инженерах почти в 500 вакансий.

Заключение

Таким образом, стратегическим приоритетом в кадровой политике должны стать целевое увеличение подготовки и меры по закреплению специалистов именно в ПФО и УрФО. Сфокусированная работа по наращиванию подготовки кадров по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология» в ПФО и УрФО – это не просто региональная инициатива, а общегосударственная задача. Это точечное инвестирование в кадровый фундамент отраслей, от которых напрямую зависит экономическая и технологическая независимость России.

Список литературы

1. Василега Д.С., Зырянова А.Л., Василега Н.А. Анализ соответствия количества обучаемых специалистов в области стандартизации и сертификации экономическому развитию регионов РФ // Естественные и технические науки. 2020. № 8 (146). С. 149–154.
2. Караваев А.В., Волошин А.В., Суслова Ю.Ю. Особенности рынка образовательных услуг высшего образования Сибирского федерального округа // Фундаментальные исследования. 2018. № 7.
3. Клочков Ю.С., Лепехин А.И., Василега Д.С., Василега Н.А., Нониева К.З., Васильева С.Е. Профессиональная ориентация студентов // Планирование и обеспечение подготовки кадров для промышленно-экономического комплекса региона. 2017. С. 175–177.
4. Ключарев Г.А. «Разрыв» образования и рынка труда: мнения экспертов // Социологические исследования. 2015. № 11 (379). С. 49–56.
5. Кривоногова А.С., Цыплакова, С.А. Инновационные технологии в подготовке бакалавров в области стандартизации, сертификации и метрологии. Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2015. С. 172–183.
6. Сумарокова К.А., Эскерова Т.А., Яковлева К.О., Гусева Ю.В. Анализ динамики и структуры валового регионального продукта регионов Уральского федерального округа // Вестник современных исследований. 2018. № 10.2 (25). С. 230–233.
7. Allan M., Chisholm C.U. Achieving Engineering Competencies in the Global Information Society through the Integration of On-Campus and Workplace Environments // Industry and Higher Education. 2008. №22(3). С.145–152. Электронный ресурс, дата обращения: 11.12.2020. URL: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84983281470&doi=10.5367%2f000000008784867237&partnerID=40&md5=15c1c27bffb94313afc63473fa664b4e.
8. A.L. Andersen, T.D. Brunoe, K. Nielsen, Engineering education in changeable and reconfigurable manufacturing: Using problem-based learning in a learning factory environment, Procedia CIRP, 81, 7–12 (2019)
9. A.A. Perez-Mejia, Call it what you want: Blending project-based learning and the flipped class-room model in a Civil Engineering course, (2019), https://www.scopus.com
10. D. Mesquita, T. Salimova, E. Soldatova, S. Atoev, R.M. Lima, What can be recommended to engineering teachers from the analysis of 16 European teaching and learning best practices, 770–779 (2020).
11. D. Reyes-Viviescas, E. Ventura-Medina, T. Anderson, C. Mio, Development of learner autonomy in student-centred learning environments in engineering, 899-908 (2020)
12. D. Stentoft, Problem-based projects in medical education: extending PBL practices and broadening learning perspectives, 24(5), 959-969 (2020).
13. E. De Graaff, A. Kolmos, Characteristics of Problem-Based Learning, International Journal of Engineering Education, 19(5), 657–662 (2003).
14. J.D. García-Merino, S. Urionabarrenetxea, A. Fernández-Sainz, Does PBL improve student performance in a multidimensional way? A proposal for a moderated mediation model (2020), https://www.scopus.com
15. L. Busk Kofoed, J.R. Bruun-Pedersen, N. Svarre Kristensen, L.B. Andreasen, Integration of courses and projects - Disrupting a traditional PBL semester structure, 1469-1480 (2020).
16. L. Noordegraaf-Eelens, J. Kloeg, G. Noordzij, PBL and sustainable education: addressing the problem of isolation, Advances in Health Sciences Education, 24(5), 971-979 (2020).
17. M. Cargnin-Stieler, M.T. Malheiro, A.C. Alves, R.M. Lima, M.C. Teixeira, Learning calculus through PBL in an industrial engineering and management program-a seven-year study, Advances in Engineering Education, 7(3), 28 (2019).
18. M.V. Voronina, et al., Systematic review and results of the experiment of a flipped learning model for the courses of descriptive geometry, engineering and computer graphics, computer geometry, Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 8, 4831–4845, (2017).

References

1. Vasilega D.S., Zyryanova A.L., Vasilega N.A. Analysis of the compliance of the number of trained specialists in the field of standardization and certification with the economic development of the regions of the Russian Federation//Natural and technical sciences. 2020. № 8 (146). S. 149–154.
2. Karavaev A.V., Voloshin A.V., Suslova Yu.Yu. Features of the Market for Educational Services of Higher Education of the Siberian Federal District//Fundamental Research. 2018. № 7.

3. Klochkov Y.S., Lepekhin A.I., Vasilega D.S., Vasilega N.A., Nonieva K.Z., Vasilyeva S.E. Professional orientation of students//Planning and provision of personnel training for the industrial and economic complex of the region. 2017.
S. 175–177.
4. Klyucharev G.A. "Gap" of education and the labor market: expert opinions//Sociological research. 2015. № 11 (379). S. 49–56.
5. Krivonogova A.S., Tsyplakova, S.A. Innovative technologies in the preparation of bachelors in the field of standardization, certification and metrology. Russian State Vocational Pedagogical University, 2015. S. 172–183.
6. Sumarokova K.A., Eskerova T.A., Yakovleva K.O., Guseva Yu.V. Analysis of the dynamics and structure of the gross regional product of the regions of the Ural Federal District//Bulletin of Modern Studies. 2018. № 10.2 (25). S. 230–233.
7. Allan M., Chisholm C.U. Achieving Engineering Competencies in the Global Information Society through the Integration of On-Campus and Workplace Environments // Industry and Higher Education. 2008. №22(3). С.145-152. Электронный ресурс, дата обращения 11.12.2020. URL: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84983281470&doi=10.5367%2f000000008784867237&partnerID=40&md5=15c1c27bffb94313afc63473fa664b4e.
8. A.L. Andersen, T.D. Brunoe, K. Nielsen, Engineering education in changeable and reconfigurable manufacturing: Using problem-based learning in a learning factory environment, Procedia CIRP, 81, 7-12 (2019).
9. A.A. Perez-Mejia, Call it what you want: Blending project-based learning and the flipped class-room model in a Civil Engineering course, (2019), https://www.scopus.com
10. D. Mesquita, T. Salimova, E. Soldatova, S. Atoev, R.M. Lima, What can be recommended to engineering teachers from the analysis of 16 European teaching and learning best practices, 770-779 (2020).
11. D. Reyes-Viviescas, E. Ventura-Medina, T. Anderson, C. Mio, Development of learner autonomy in student-centred learning environments in engineering, 899-908 (2020).
12. D. Stentoft, Problem-based projects in medical education: extending PBL practices and broadening learning perspectives, 24(5), 959-969 (2020).
13. E. De Graaff, A. Kolmos, Characteristics of Problem-Based Learning, International Journal of Engineering Education, 19(5), 657-662 (2003).
14. J.D. García-Merino, S. Urionabarrenetxea, A. Fernández-Sainz, Does PBL improve student performance in a multidimensional way? A proposal for a moderated mediation model (2020), https://www.scopus.com
15. L. Busk Kofoed, J.R. Bruun-Pedersen, N. Svarre Kristensen, L.B. Andreasen, Integration of courses and projects - Disrupting a traditional PBL semester structure, 1469-1480 (2020).
16. L. Noordegraaf-Eelens, J. Kloeg, G. Noordzij, PBL and sustainable education: addressing the problem of isolation, Advances in Health Sciences Education, 24(5), 971-979 (2020).
17. M. Cargnin-Stieler, M.T. Malheiro, A.C. Alves, R.M. Lima, M.C. Teixeira, Learning calculus through PBL in an industrial engineering and management program-a seven-year study, Advances in Engineering Education, 7(3), 28 (2019).
18. M.V. Voronina, et al., Systematic review and results of the experiment of a flipped learning model for the courses of descriptive geometry, engineering and computer graphics, computer geometry, Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 8, 4831-4845, (2017).

Для цитирования
Ясашин В.А., Лебедева Д.Д. Актуальные вопросы совершенствования документов по стандартизации на всех этапах жизненного цикла СПГ / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 109–114.

УДК 006.05

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ НА ВСЕХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СПГ

Ясашин В.А., *профессор, д-р техн. наук, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва*
Лебедева Д.Д., *инженер, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва*

Быстрое развитие СПГ-отрасли, появление новых технологий (в частности, в сегменте малотоннажного производства и плавучих терминалов), а также ужесточение различных требований обуславливают необходимость постоянного обновления и пополнения существующей базы стандартов. В статье представлен комплексный анализ жизненного цикла природного газа. Особое внимание уделено сравнительному анализу российских и зарубежных документов по стандартизации для всех этапов обращения СПГ: производства, хранения, транспортировки и регазификации. Результаты проведенного анализа свидетельствуют о существенном отставании и недостаточной проработанности базы отечественных стандартов по природному газу, и в особенности СПГ.

Ключевые слова: природный газ, сжиженный природный газ (СПГ), жизненный цикл, качество, стандарт.

CURRENT ISSUES OF IMPROVING STANDARDIZATION DOCUMENTS AT ALL STAGES OF THE LNG LIFE CYCLE

Yasashin V.A., *Doctor of Technical Sciences, National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow*
Lebedeva D.D., *Engineer, National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow*

The rapid development of the LNG industry, the emergence of new technologies (particularly in the segment of small-scale production and floating terminals), and the tightening of various requirements necessitate the constant updating and expansion of the existing standards database. This article provides a comprehensive analysis of the natural gas lifecycle, from field production to liquefied natural gas (LNG) production. Special attention is given to a comparative analysis of Russian and foreign standardization documents for all stages of LNG circulation: production, storage, transportation, and regasification. The results of the analysis indicate a significant lag and insufficient development of the domestic standards for natural gas and, in particular, LNG.

Keywords: natural gas, liquefied natural gas (LNG), life cycle, quality, standard.

Топливно-энергетическое ресурсы, углеводородное сырье по-прежнему играют лидирующую роль в мировом энергетическом балансе. Их грамотное использование является одним из основных приоритетов развития российской экономики [1].

В последнее время огромное внимание уделяется природному газу. Это обусловлено тем, что природный газ характеризуется технологичностью газохимической переработки и экологичностью. К тому же природный газ обладает определенными преимуществами по сравнению с другими видами ископаемого топлива. Природный газ генерирует меньше CO_2 при том же количестве вырабатываемой для снабжения энергии, чем уголь или нефть.

Одним из основных современных способов качественного использования природного газа является его преобразование в сжиженный природный газ (СПГ).

Сжиженный природный газ – это криогенная жидкая многокомпонентная смесь легких углеводородов, основу которой составляет метан – CH_4. К особенностям сжиженного природного газа можно отнести то, что это бесцветная жидкость, которая не имеет запаха, его плотность в два раза меньше плотности воды.

Качественные характеристики СПГ регламентированы ГОСТ Р 57431–2017 (ИСО 16903:2015) «Газ природный сжиженный. Общие характеристики» (табл. 1) [2].

Таблица 1

Газ природный сжиженный. Общие характеристики

Свойства при температуре кипения при нормальном давлении	**СПГ1**	**СПГ2**	**СПГ3**
Молярная доля, %:			
N2	0,13	1,79	0,36
CH4	99,8	93,90	87,20
C2H6	0,07	3,26	8,61
C3H8	-	0,69	2,74
изо-C4H10	-	0,12	0,42
н- C4H10	-	0,15	0,65
C5H12	-	0,09	0,02
Молекулярная масса, кг/моль	16,07	17,07	18,52
Температура кипения, °С	-161,9	-166,5	-161,3
Плотность, кг/м^3	422	448,8	468,7
Объем газа, получаемый из 1 м^3 СПГ при 0 °С и 101,35 кПа, м^3/м^3	588	590	568
Объем газа, получаемый из 1 т СПГ при 0,0 °С и 101,325 кПа, м^3/103 кг	1392	1314	1211
Массовая скрытая теплота парообразования, КДж/кг	525,6	679,5	675,5
Высшая теплота сгорания, МДж/м^3	37,75	38,76	42,59

В основе мировой индустрии сжиженного природного газа лежит производственно-сбытовая цепь, схема которой представлена на рис. 1.

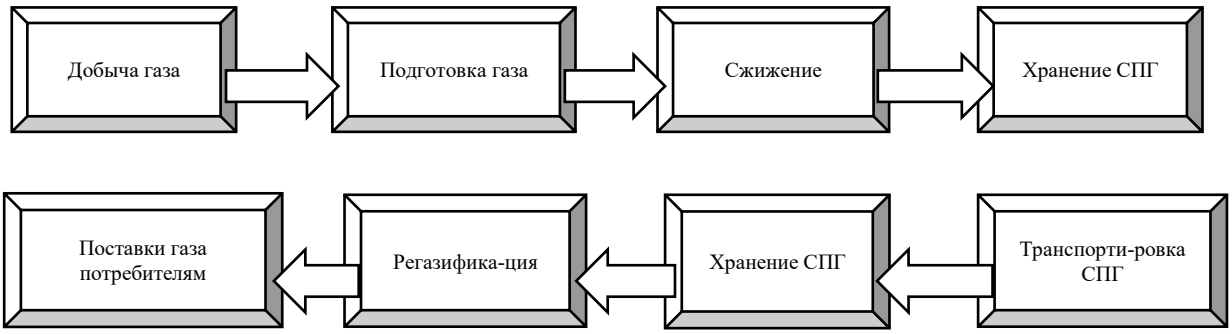


Рис. 1. Схема производственно-сбытовой цепи СПГ

Ключевая роль в производственно-сбытовой цепи СПГ принадлежит производству сжиженного газа. Комплекс производства СПГ, объединяющий малотоннажные, средне- и крупнотоннажные установки, не является универсальным. Технологические схемы производства СПГ в огромной мере зависят от качественных характеристик природного газа как сырья: состав, степень очистки (содержание полезных и вредных примесей) и т. д. В зависимости от этого комплексы оборудования различных технологических схем сжижения природного газа могут существенно отличаться.

Одним из самых эффективных циклов получения СПГ является цикл с использованием детандер-компрессорного агрегата [3]. Такая схема установки сжижения используется на газораспределительной станции № 4 в Екатеринбурге (рис. 2).

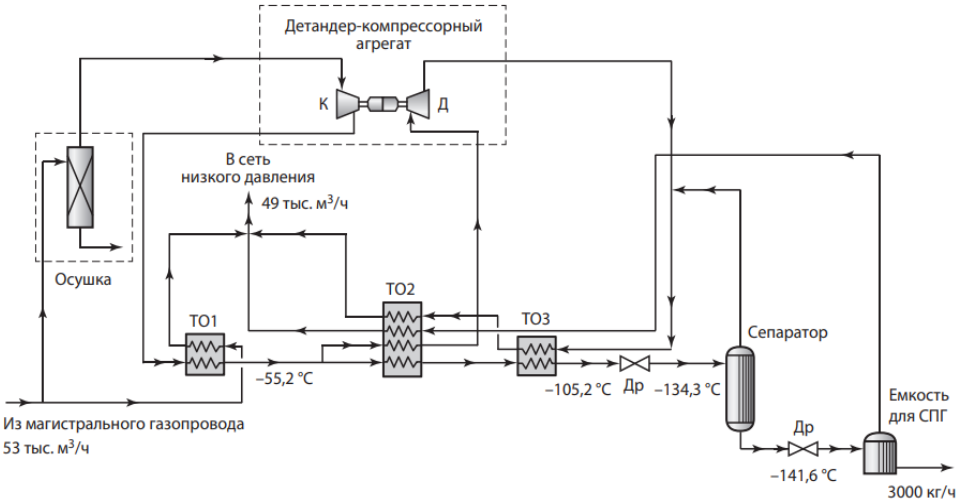


Рис. 2. Технологическая схема установки сжижения на ГРС-4 в г. Екатеринбурге: ТО1-ТО3 – теплообменники; Др – дроссель; К – компрессор; Д – детандер

На сегодняшний день база нормативной документации на производство СПГ может быть представлена следующим перечнем отечественных и зарубежных стандартов (табл. 2).

Таблица 2

Документы по стандартизации, охватывающие производство СПГ

Зарубежные документы по стандартизации	Отечественные документы по стандартизации
ALPEMA	ГОСТ Р 56352–2015
CSA B52	ГОСТ Р ИСО 15547-1–2009
EN 809	ГОСТ Р 55892–2013
EN ISO 13709	ГОСТ Р 72092–2025
ISO 28921	СТО Газпром 2-3.5-748–2013
NFPA 37	СТО ИНТИ S.60.6
NFPA 59A-6.2	
NFPA 59A-9	
API 617	
ISO 10439-1:2015	

Важно отметить, что большинство из представленных отечественных документов по стандартизации рассматривают конструкцию оборудования для производства СПГ лишь с точки зрения безопасности, не затрагивая конкретных технических требований, не устанавливая методы испытаний и контроля качественных характеристик данного оборудования.

Хранение

Сжиженный природный газ хранят в кипящем состоянии в теплоизолированных резервуарах большой вместимости. Любой приток тепла извне вызывает испарение части СПГ и переход в газовую фазу. Испарившийся при этом газ называют отпарным газом [4].

Нормативная и техническая документация в области хранения СПГ представлена в табл. 3.

Таблица 3

Документы по стандартизации в области хранения СПГ

Зарубежные документы по стандартизации	Отечественные документы по стандартизации
ASME-VIII	ГОСТ Р 56352–2015
ASME B 31.5	ГОСТ Р 58027–2017
EN 14620	ГОСТ Р 58031-2017/EN 14620-2:2006
EN 1473-6	ГОСТ Р 58028-2017/EN 14620-3:2006
EN 1473-7	ГОСТ Р 58029-2017/EN 14620-4:2006
EN 1473-9	ГОСТ Р 58030-2017/EN 14620-5:2006
EN ISO 13709	СП 495.1325800.2020
ISO 18132-2	
ISO 28300	
ISO 28921	
KS B 6941	
NFPA 59A-6.4	
NFPA 59A-7	
NFPA 59A-9	

Анализ базы стандартов, относящихся к этапу хранения СПГ, показал явное отставание отечественных стандартов от зарубежных. К тому же большинство представленных отечественных стандартов базируется на зарубежных, что говорит о копировании отдельных положений зарубежных стандартов и, как следствие, об отсутствии проработанных и самостоятельных национальных требований к проектированию и строительству криогенных резервуаров.

Транспортировка

Основным способом доставки СПГ на международные рынки являются специализированные морские газовозы, оснащенные уникальными изотермическими резервуарами, которые поддерживают криогенную температуру на протяжении всего рейса. Для логистики на суше используются криогенные автоцистерны и железнодорожные цистерны, которые доставляют СПГ конечным потребителям. Ключевая задача при любой транспортировке – доставка в срок без потери качества и количества транспортируемого продукта. Для СПГ это обеспечивается безопасностью поддержания низкой температуры и целостностью резервуаров-танков контейнеров.

Зарубежные и отечественные стандарты по транспортировке представлены в табл. 4.

Таблица 4

Документы по стандартизации в области транспортировки СПГ

Зарубежные документы по стандартизации	Отечественные документы по стандартизации
EN 1474	ГОСТ Р 56851–2016
EN 809	СТО Газпром 2-3.7-509–2010
EN ISO 13709	ГОСТ 21561–2017
ISO 10439	ГОСТ Р 59021–2020
ISO 16904	
ISO 28460	
ISO 28921	
ISO/DIS 18139	
ISO/TR 17177	
ISO/TS 16901	
ISO/TS 18683	
NFPA 59A-11	
NFPA 59A-9	

Отечественные документы по стандартизации в основном рассматривают транспортировку с точки зрения безопасности, но не обеспечивают достаточной технической детализации, необходимой для проектирования, строительства и эксплуатации современных объектов транспортировки СПГ. Это вынуждает отрасль полагаться на международные стандарты, что, в свою очередь, создает риски при импортозамещении и локализации технологий при производстве.

Регазификация

Регазификация является конечным звеном в жизненном цикле СПГ. Суть процесса сводится к тому, что СПГ переводят в газообразное состояние путем нагрева [4].

Таблица 5

Документы по стандартизации в области регазификации СПГ

Зарубежные документы по стандартизации	Отечественные документы по стандартизации
NFPA 59A-8	ГОСТ Р 56400–2015
NFPA 59A-9	СТО Газпром 2-3.7-509–2010
NFPA 59A-11	
EN 1473-9	
EN 1473-10	
EN 1474	
ISO/TS 16901	
ISO 16904	
ISO/TR 17177	
ISO/DIS 18139	
ISO 28460	
ISO 28921	
ASME B 31.5	
ASME B 31.8	

При анализе документов по стандартизации, касающихся этапа регазификации СПГ (табл. 5), наблюдается существенное отставание национальной стандартизации в этой области. Среди российских разработок представлены только два стандарта, один из которых является стандартом организации, т.е. обладает более низким статусом, чем национальный стандарт, в то время как зарубежные стандарты представлены в необходимом количестве, охватывая при этом все ступени регазификации.

Таким образом, проанализировав существующие на сегодняшний день стандарты, можно сделать вывод, что база нормативной и технической документации недостаточна, а следовательно, не способна обеспечить эффективное производство всего комплекса оборудования и средств, которые используются на всех этапах жизненного цикла СПГ.

Развитие газовой индустрии – индустрии СПГ в России – невозможно без создания системы взаимоувязанных нормативов, начиная от общих требований к отрасли в целом, включая качество подготовки природного газа, как сырья, технико-технологические нормы производства СПГ и заканчивая требованиями к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации отдельных видов специализированного оборудования СПГ [5].

Список литературы

1. Федорова Е.Б. Современное состояние и развитие мировой индустрии сжиженного природного газа: технологии и оборудование. – М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2011. – 159 с.
2. ГОСТ Р 57431-2017 (ИСО 16903:2015) Газ природный сжиженный. Общие характеристики. – М., 2019. – 12 с.
3. Ясашин В.А., Лебедева Д.Д. Анализ качественных характеристик турбодетандера в производственном цикле сжиженного природного газа // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2024. № 5(143). С. 11–17.

4. Ясашин В.А., Приставка В.Д., Габдуллова Р.Р. Анализ документов по стандартизации жизненного цикла природного газа от скважины до сжиженного природного газа. – 2022. – № 2(128) – С. 29–37. – DOI: 10.33285/1999-6934-2022-2(128)-29-37.
5. Федорова Е.Б. Комплексное научно-технологическое обоснование производства сжиженного природного газа: дис. ... д-ра техн. наук: 05.17.07. – М., 2019. – 360 с.

References

1. Fedorova E.B. Sovremennoe sostoyanie i razvitie mirovoy in dustrii szhizhennogo prirodnogo gaza: tekhnologii i oborudova nie. – M.: RGU nefti i gaza im. I.M. Gubkina, 2011. – 159 p.
2. GOST R 57431–2017 (ISO 16903:2015) Liquefied Natural Gas. General Characteristics. – Moscow, 2019. – 12 p.
3. Yasashin V.A., Lebedeva D.D. Analysis of the turbo expander qualitative characteristics in the production cycle of liquefi ed natural gas // Equipment and technologies for oil and gas complex. 2024;(5(143)): 11–17.
4. Yasashin V.A., Pristavka V.D., Gabdullova R.R. Analysis of documents on standardization of the life cycle of natural gas from wells to liquefi ed natural gas // Equipment and technologies for oil and gas comple x. 2022; (2(128):29–37. – DOI: 10.33285/1999 6934-2022-2(128)-29-37.
5. Fedorova E.B. Kompleksnoe nauchno-tekhnologicheskoe obosnovanie proizvodstva szhizhennogo prirodnogo gaza: dis. … d-ra tekhn. nauk: 05.17.07. – M., 2019. – 360 p.

Для цитирования
Абдумуминов А. *Система нормативных документов в сфере производства слабоалкогольной продукции: проблемы и решения / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 115–120.*

УДК 663.4:006

СИСТЕМА НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ В СФЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА СЛАБОАЛКОГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Абдумуминов А., *магистрант ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», г. Тверь*

Статья посвящена анализу системы нормативных документов, регулирующих производство слабоалкогольной продукции. Основное внимание уделено выявлению проблем в существующей нормативно-правовой базе и предложению путей их решения.
Авторами выделены следующие проблемы: сложность и противоречивость нормативных актов, недостаточная эффективность контроля за производством и оборотом слабоалкогольной продукции, отсутствие четких критериев для классификации слабоалкогольных напитков, а также проблемы с маркировкой и идентификацией продукции.

Ключевые слова: слабоалкогольные напитки, система нормативных документов, нормативный документ, качество, безопасность, контроль качества, безопасность продукции, конкурентоспособность.

THE SYSTEM OF REGULATORY DOCUMENTS IN THE FIELD OF LOW-ALCOHOLIC PRODUCTS PRODUCTION: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Abdulmuminov A., *Master's student of the Tver State Technical University (TSTU), Tver*

The article is devoted to the analysis of the system of regulatory documents governing the production of low-alcohol products. The main focus is on identifying problems in the existing regulatory framework and proposing ways to solve them.
The authors highlighted the following problems: the complexity and contradictions of normative acts, insufficient effectiveness of control over the production and turnover of low-alcohol products, the lack of clear criteria for classifying low-alcohol beverages, as well as problems with labeling and identification of products.

Keywords: low-alcohol beverages, regulatory document system, regulatory document, quality, safety, quality control, product safety, competitiveness.

В современных условиях развития пищевой промышленности особую актуальность приобретает вопрос совершенствования нормативной базы производства слабоалкогольной продукции. Текущая ситуация на рынке характеризуется значительным объемом производства и потребления, высокой конкуренцией между производителями, постоянным расширением ассортимента и особыми требованиями к качеству продукции.

Поэтому система нормативных документов в данной сфере требует комплексного анализа и оценки эффективности действующих стандартов, поскольку от их качества напрямую зависит безопасность и конкурентоспособность производимой продукции.

Цель исследования – выявление проблем в системе нормативных документов и разработка предложений по их устранению. Эффективная система стандартизации является ключевым фактором развития отрасли и обеспечения интересов всех участников рынка. Практическая значимость работы определяется возможностью использования результатов исследования для совершенствования нормативной базы и повышения качества продукции.

Нормативно-правовое регулирование представляет собой комплексную систему законодательных и подзаконных актов, регламентирующих все аспекты производства, контроля качества и обеспечения безопасности слабоалкогольной продукции. Данная система охватывает широкий спектр напитков, содержащих этиловый спирт в концентрации от 1,2% до 9% объема готовой продукции, включая:

– слабоалкогольные коктейли на основе соков, морсов и других безалкогольных напитков;
– пивные напитки с пониженным содержанием алкоголя;
– сидры и пуаре (грушевый сидр);
– медовые напитки с низким содержанием алкоголя;
– фруктовые вина легкой крепости;
– ликеры пониженной крепости;
– напитки на основе травяных экстрактов и натуральных добавок [1].

Нормативное регулирование направлено на обеспечение безопасности потребителей, защиту здоровья населения, контроль качества производимой продукции, поддержание добросовестной конкуренции и защиту экономических интересов производителей.

В рамках этой системы осуществляется установление обязательных требований к производственным процессам, регламентация процедур контроля качества, определение методов испытаний продукции, а также установление стандартов упаковки, маркировки, условий хранения и транспортировки готовой слабоалкогольной продукции.

Система базируется на фундаментальных принципах, включающих законность и правовую обоснованность требований, научную обоснованность устанавливаемых норм, системность и комплексность подхода, обеспечение единства измерений, защиту интересов потребителей и экономическую целесообразность всех регулирующих мер.

Такой комплексный подход должен обеспечивать эффективное управление производством и качеством слабоалкогольной продукции, создавая надежную основу для развития отрасли и удовлетворения потребностей рынка.

Нормативно-правовая база производства слабоалкогольной продукции строится на ряде основополагающих принципов, обеспечивающих эффективное регулирование отрасли. Принцип законности подразумевает соответствие всех нормативных актов Конституции РФ, соблюдение иерархии документов и обеспечение единства правового пространства. Это гарантирует непротиворечивость требований и правовую определенность в отрасли.

Принцип научной обоснованности реализуется через применение современных научных достижений, доказательных методов контроля и инновационных технологий, а также учет результатов исследований в области безопасности продукции. Системный подход обеспечивает взаимосвязь всех элементов нормативной базы, согласованность требований и комплексный охват всех аспектов производственного процесса.

Единство измерений достигается за счет применения унифицированных методов контроля и стандартизированных методик, что гарантирует сопоставимость показателей качества и одинаковую трактовку результатов испытаний.

Защита интересов потребителей обеспечивается жесткими требованиями к безопасности продукции, контролем достоверности маркировки и обеспечением права на качественную продукцию. Экономическая целесообразность предполагает оптимизацию производственных затрат и рациональное использование ресурсов с учетом возможностей производителей.

Прозрачность регулирования выражается в доступности нормативных документов и понятности требований для всех участников рынка. Международное сотрудничество проявляется в гармонизации стандартов с международными требованиями и признании результатов испытаний.

Реализация этих принципов способствует формированию современной и адаптивной системы нормативного регулирования, отвечающей актуальным потребностям отрасли производства слабоалкогольной продукции.

Базовым документом в данной сфере является Федеральный закон от 22.11.1995 № 171-ФЗ «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции и об ограничении потребления (распития) алкогольной продукции». Этот закон устанавливает правовые основы производства и оборота алкогольной продукции, определяет основные понятия, классификации продукции, требования к производителям, порядок лицензирования деятельности и особые условия производства и оборота.

Дополнительно действует Налоговый кодекс РФ, регулирующий вопросы налогообложения, а также КоАП РФ и УК РФ, устанавливающие ответственность за нарушения. Конкретизация требований осуществляется через постановления Правительства РФ.

Система технических регламентов устанавливает требования к безопасности продукции, в том числе и слабоалкогольной, правила маркировки и упаковки, условия производства и хранения, а также методы контроля качества и включает:

– ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки»;
– ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»;
– ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки»;
– ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств»;
– ТР ЕАЭС 047/2018 «О безопасности алкогольной продукции». Данный регламент вступит в силу только с 1 января 2026 года [2].

Стандартизация осуществляется через межгосударственные и национальные стандарты на продукцию (например, ГОСТ Р 52700–2018 «Напитки слабоалкогольные. Общие технические условия», ГОСТ 34793–2021 «Напитки слабоалкогольные спиртованные. Общие технические условия», ГОСТ 34794–2021 «Медовухи. Общие технические условия» и другие) и методы контроля (такие, как ГОСТ 32037–2013 «Напитки безалкогольные и слабоалкогольные, квасы. Метод определения двуокиси углерода», ГОСТ 32095–2013 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения объемной доли этилового спирта» и т.п.); технические условия (ТУ) и стандарты организаций (СТО). Основные направления стандартизации включают показатели качества сырья, технологические процессы, требования к готовой продукции, методы испытаний, а также условия транспортировки и хранения.

Контроль производства включает производственный контроль и государственный надзор, сертификацию продукции и лицензионный контроль. Ключевые аспекты контроля охватывают соблюдение технологических регламентов, качество сырья и материалов, безопасность производственных процессов, соответствие готовой продукции требованиям, а также условия хранения и транспортировки.

Система нормативного регулирования производства слабоалкогольной продукции сталкивается с рядом существенных проблем, которые затрудняют эффективное управление отраслью и обеспечение безопасности продукции. Во-первых, это недостаточная четкость и согласованность нормативных актов. Существующие документы часто содержат противоречивые требования, что создает сложности для производителей и контролирующих органов. Например, различия в трактовке некоторых терминов и норм между федеральными законами, техническими регламентами и стандартами могут приводить к правовым коллизиям.

Во-вторых, отсутствие комплексного подхода к регулированию. Нормативные акты часто разрабатываются без учета взаимосвязи между различными аспектами производства, такими как качество сырья, технологические процессы и условия хранения. Это снижает эффективность контроля и увеличивает риски для потребителей.

В-третьих, недостаточная адаптация к современным условиям рынка. Быстрое развитие технологий и изменение потребительских предпочтений требуют регулярного обновления

нормативных документов. Однако процесс их актуализации часто отстает от реальных потребностей отрасли.

Наконец, низкая эффективность контроля за соблюдением норм. Несмотря на наличие системы сертификации и лицензирования, регистрирование случаев нарушения требований безопасности и качества слабоалкогольной продукции продолжается. Это связано как с недостаточным финансированием контрольных органов, так и с отсутствием четких механизмов ответственности за нарушения.

Внедрение нормативных требований в сфере производства слабоалкогольных напитков также сталкивается с рядом сложностей. Во-первых, это связано с необходимостью адаптации существующих производственных процессов под новые стандарты. Многие предприятия испытывают трудности с обновлением оборудования и технологий, поскольку это требует значительных финансовых вложений.

Во-вторых, недостаточная информированность производителей о новых требованиях и отсутствие четких методических рекомендаций по их внедрению затрудняют процесс адаптации. Это приводит к тому, что компании вынуждены самостоятельно разбираться в сложных нормативных документах, что увеличивает риск ошибок.

Противоречия между нормативными документами создают значительные сложности для участников рынка. Например, технические регламенты могут содержать требования, которые не согласуются с положениями федеральных законов или стандартов. Это приводит к правовым коллизиям и затрудняет принятие решений на практике.

Кроме того, различия в подходах к регулированию на федеральном и региональном уровнях могут создавать дополнительные барьеры для производителей. Например, региональные власти могут устанавливать дополнительные требования, которые не всегда соответствуют федеральным нормам.

Одной из ключевых проблемных зон нормативного регулирования слабоалкогольных напитков является недостаточная детализация требований к качеству сырья и готовой продукции. Существующие стандарты часто содержат общие формулировки, которые не позволяют однозначно оценить соответствие продукции установленным нормам. Например, в ГОСТ Р 52700–2018 указаны лишь общие параметры кислотности и массовой доли сухих веществ, что затрудняет контроль качества на производстве.

Методы контроля производства также требуют совершенствования. Несмотря на наличие стандартов, таких как ГОСТ 6687.0 и ГОСТ 32095, их применение на практике сталкивается с трудностями. Это связано с отсутствием четких алгоритмов внедрения и недостаточной оснащенностью лабораторий предприятий современным оборудованием. В результате многие производители ограничиваются минимальными требованиями, что снижает общий уровень контроля.

Условия хранения и транспортировки слабоалкогольной продукции также вызывают вопросы. Стандарты, такие как ГОСТ 15846, устанавливают общие требования, но не учитывают специфику различных видов продукции. Например, для газированных напитков и напитков с осадком требуются разные условия хранения, что не всегда учитывается на практике.

Маркировка и упаковка продукции также являются проблемной зоной. Несмотря на требования ТР ТС 022/2011, производители часто сталкиваются с трудностями при выборе материалов упаковки и оформлении информации на этикетке. Это связано с отсутствием четких рекомендаций по дизайну упаковки и требования к информативности маркировки.

Решение вышеописанных проблем требует комплексного подхода, включающего совершенствование нормативной базы, усиление контроля и повышение ответственности участников рынка.

Модернизация стандартов должна быть направлена на их актуализацию и адаптацию к современным требованиям рынка. Прежде всего необходимо пересмотреть существующие межгосударственные, национальные стандарты и технические регламенты с учетом изменений в технологиях производства и потребительских предпочтениях. Важно упростить

и систематизировать требования, сделав их более понятными и удобными для практического применения. Также стоит внедрить механизмы регулярного обновления стандартов, чтобы они соответствовали текущим тенденциям и инновационным разработкам в отрасли.

Разработка новых нормативных документов призвана устранить существующие пробелы в нормативной базе. Требуется создать стандарты для новых видов слабоалкогольной продукции, появляющихся на рынке, а также разработать методические рекомендации по внедрению существующих норм в реальную практику. Особое внимание следует уделить установлению четких требований к упаковке, маркировке и транспортировке слабоалкогольной продукции.

Гармонизация с международными стандартами способна открыть широкие возможности для развития отрасли. Она позволит упростить экспорт продукции и повысить ее конкурентоспособность на мировом рынке, внедрить лучшие мировые практики в области контроля качества и безопасности, а также обеспечить соответствие продукции международным экологическим и санитарным нормам.

Цифровизация процессов контроля предполагает создание единой информационной системы для учета и мониторинга производства. Важным шагом является внедрение электронных паспортов продукции и автоматизированных систем проверки качества. Цифровые технологии также должны использоваться для эффективного отслеживания условий хранения и транспортировки продукции.

Реализация этих мер позволит создать более эффективную и современную систему нормативного регулирования, которая будет способствовать развитию отрасли и обеспечению безопасности продукции.

Совершенствование нормативной базы и внедрение инновационных подходов к регулированию отрасли в современных условиях развития рынка слабоалкогольной продукции приобретает особое значение. Основными направлениями развития системы нормативных документов являются:

1. Цифровизация нормативного регулирования – предполагает создание единой цифровой платформы для учета и контроля всей цепочки производства и оборота слабоалкогольной продукции. Это позволит обеспечить прозрачность процессов и повысить эффективность надзорных мероприятий.

2. Развитие системы стандартизации будет направлено на создание более гибких и адаптивных стандартов, учитывающих инновационные технологии производства и меняющиеся потребительские предпочтения. Особое внимание следует уделить разработке стандартов для новых видов продукции и современных методов контроля качества.

3. Международное сотрудничество в сфере стандартизации и сертификации станет ключевым фактором повышения конкурентоспособности отечественной продукции. Необходимо активизировать работу по гармонизации национальных стандартов с международными требованиями и участие в разработке межгосударственных регламентов.

4. Совершенствование системы контроля качества предусматривает внедрение передовых методов лабораторного анализа, развитие системы мониторинга безопасности продукции и создание механизмов оперативного реагирования на возникающие риски.

5. Развитие кадрового потенциала отрасли требует создания системы непрерывного образования специалистов в области нормативного регулирования производства слабоалкогольной продукции, включая обучение современным методам контроля и управления качеством.

6. Экологическое регулирование становится все более важным направлением развития нормативной базы. Необходимо разработать стандарты по снижению негативного воздействия производства слабоалкогольных напитков на окружающую среду и внедрению принципов циркулярной экономики.

Реализация данных направлений позволит создать современную, эффективную и адаптивную систему нормативного регулирования, способствующую развитию отрасли производства слабоалкогольной продукции и обеспечению безопасности потребителей.

Анализ системы нормативных документов в сфере производства слабоалкогольной продукции показал наличие существенных проблем, требующих комплексного решения. Необходимо совершенствование существующей нормативной базы с учетом современных тенденций развития отрасли и международного опыта.

Список литературы

1. ГОСТ Р 52700–2018 Напитки слабоалкогольные. Общие технические условия. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2018. – 8 с.
2. ТР ЕАЭС 047/2018 «О безопасности алкогольной продукции». принят решением Совета ЕЭК от 5 декабря 2018 года № 98.

References

1. GOST R 52700–2018 Low-Alcohol Beverages. General Specifications. – Moscow: FSUE Standartinform, 2018. – 8 p.
2. EAEU TR 047/2018 "On the Safety of Alcoholic Products." Adopted by Decision No. 98 of the EEC Council dated December 5, 2018.

Для цитирования
Антипов Д.В., Гвоздева П.С. Разработка цифрового интерактивного регламента системы менеджмента качества в машиностроении / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов / Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 121–127.

УДК 658.562

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ИНТЕРАКТИВНОГО РЕГЛАМЕНТА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В МАШИНОСТРОЕНИИ

Антипов Д.В., *профессор, Самарский университет, г. Самара*
Гвоздева П.С., *студент, Самарский университет, г. Самара*

В работе представлены разработка и описание цифрового интерактивного регламента системы менеджмента качества для машиностроительных предприятий на основе нотации BPMN с использованием программного обеспечения Bizagi Modeler, направленные на оптимизацию управления производственными процессами.

Ключевые слова: система менеджмента качества (СМК), цифровой интерактивный регламент, моделирование бизнес-процессов, процессный подход.

DEVELOPMENT OF A DIGITAL INTERACTIVE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN MECHANICAL ENGINEERING

Antipov D.V., *professor, Samara University, Samara*
Gvozdeva P.S., *student, Samara University, Samara*

The work presents the development and description of a digital interactive quality management system regulation for engineering enterprises based on the BPMN notation using the Bizagi Modeler software, aimed at optimizing the management of production processes.

Keywords: quality management system (QMS), digital interactive regulations, business process modeling, the process approach.

Машиностроение на данный момент является фундаментальной отраслью и важным показателем экономической составляющей страны, т.к. вносит большой вклад в развитие валового внутреннего продукта (ВВП). Данная сфера охватывает различные составляющие и подсекторы, начиная от металлургии и электроники и заканчивая логистикой и сервисным обслуживанием. Помимо этого, влияние машиностроения активно распространяется за границы государства – экспорт высокотехнологичной продукции растет, что приносит значительную валютную прибыль и повышает международный престиж. В современном мире машиностроение – это не просто производство станков и оборудования, а стремительно развивающаяся инновационная сфера. Все больше компаний начинают внедрять передовые технологии, полностью меняющие представление о традиционном производстве. Роботизация, использование цифровых двойников (Digital Twins), аддитивное производство (3D-печать), искусственный интеллект и новые программные обеспечения – все это позволяет повысить производительность и безопасность труда, оптимизировать производственные процессы, минимизировать риски и повысить качество продукции еще до ее физического производства.

Система менеджмента качества (СМК) в машиностроении является одной из главных составляющих в общей системе управления организацией. С ее помощью устанавливаются

четкие требования к производимым продуктам и процессам их изготовления, соблюдение которых обязательно и неоспоримо.

Рассмотрим один из основных принципов менеджмента качества международного стандарта ISO 9001:2015 – процессный подход.

Процессный подход заключается в том, что вся деятельность предприятия формализуется в виде цепочки взаимосвязанных процессов. Данный подход к управлению включает в себя базовые элементы каждого бизнес-процесса. Рассмотрим их на примере процесса изготовления беспилотных летательных аппаратов.

1. Вход и выход. У каждого процесса есть событие, запускающее процесс, – вход (поступление заказа на производство БПЛА определенного типа) и ожидаемый результат – выход (готовый БПЛА, документация к нему).
2. Ресурсы. Это сотрудники, оборудование, станки и комплектующие, необходимые для реализации процесса.
3. Владельцы процессов. Персонал, ответственный за успешную реализацию процесса.
4. Поставщики и потребители. Поставщики – это те, благодаря кому процесс может быть запущен (специалисты по закупке комплектующих или ответственные за логистику). Потребители – это участники, ради которых запускается процесс (в нашем случае конечный потребитель БПЛА).
5. Показатели процесса. Это все данные, входящие в аналитику эффективности процесса (скорость изготовления, качество продукции).

Основными этапами внедрения процессного подхода на предприятии являются:

Этап 1 – Информирование сотрудников. Начало перехода на новую систему должно проходить понятно и прозрачно для персонала. Каждый подчиненный должен понимать суть, цель и результаты перемен, ведь является частью данной системы. Необходимо это для более быстрого и эффективного внедрения.

Этап 2 – Описание и регламентация бизнес-процессов. На данном этапе необходимо выделить каждый этап производства и описать все текущие бизнес-процессы. Здесь определяются базовые элементы, рассмотренные выше.

Этап 3 – Автоматизация процессов с помощью специального программного обеспечения. Для упрощения внедрения и управления процессного подхода существует множество современных программных обеспечений.

Этап 4 – Обучение сотрудников. Внедрение процессного подхода завершается проведением обучения для каждого сотрудника предприятия по применению разработанной процессной модели и регламентации.

Внедрение современных технологий значительно упрощает и автоматизирует ключевые этапы производственного процесса, позволяя предприятиям успешно конкурировать в условиях стремительно развивающегося рынка. Ввиду увеличивающейся конкурентной борьбы компании вынуждены адаптироваться к современным реалиям и активно отслеживать тенденции глобального рынка. Одним из эффективных решений является трансформация базовой процессной модели предприятия, детально описывающей производственные процедуры, в цифровую процессную модель. Такая модель представляет собой интерактивный цифровой регламент, обеспечивающий сотрудникам возможность эффективного взаимодействия и работы над различными аспектами производственного цикла. Подобное решение способствует упорядочиванию и оптимизации процессов управления производством, делая их более гибкими и адаптивными к изменениям внешней среды.

Разработка данного цифрового регламента осуществляется с использованием нотации BPMN (Business Process Model and Notation), что обеспечивает высокую степень стандартизации и унификации процессов. Для реализации этой концепции может применять специализированное программное обеспечение Bizagi Modeler, позволяющее моделировать и визуализировать бизнес-процессы, обеспечивая наглядность и удобство в управлении производственными операциями.

Диаграмма BPMN представляет собой алгоритм выполнения процесса. На диаграмме определены события, исполнители, материальные и документальные потоки, сопровождающие выполнение процесса. Каждый процесс может быть декомпозирован на более низкие уровни. В нотации BPMN выделяют пять основных категорий элементов:

1) элементы потока (события, процессы и шлюзы);
2) данные (объекты данных и базы данных);
3) соединяющие элементы (потоки управления, потоки сообщений и ассоциации);
4) зоны ответственности (пулы и дорожки);
5) артефакты (сноски).

Моделирование бизнес-процесса с помощью Bizagi происходит путем расположения графических элементов в рабочую зону.

По интерфейсу Bizagi Modeler очень схоже со многими ПО, известными всем.

Данное окно состоит из рабочей зоны и набора базовых элементов для форм, таких как текстовые поля, кнопки, выпадающие списки и другие.

В программе предоставляются все необходимые компоненты для обеспечения полного описания процессов:

1. Базовые элементы

А) начальное событие (старт) – старт, показывает с чего начинается процесс. Старт не может иметь входящего потока управления.

Б) задача – задача представляет собой элементарные действия в рамках процесса. Задача используется там, где работа в рамках процесса не прервана.

В) подпроцесс – подпроцесс представляет собой активность, которая содержит другие активности. Подпроцесс запускается родительским процессом и имеет доступ к глобальным атрибутам родительского процесса.

Г) шлюз (решение) – развилка (или/или) изображает точку принятия решения, в которой поток управления может продолжиться по одному или нескольким альтернативным путям.

Д) промежуточное событие – промежуточное событие указывает на то, что событие инициируется или ожидается его наступление. Оказывает влияние на поток процесса, но не стартует и (напрямую) не прерывает процесс.

Е) завершение – обозначает завершение потока управления в рамках процесса. При этом другие потоки могут продолжать исполнение.

2. Связывающие элементы

А) поток управления – поток управления показывает порядок, в котором активности выполняются в рамках процесса. Каждый поток имеет только один источник и только одну цель.

Б) связи – ассоциация связывает данные и артефакты с объектами процесса.

В) поток сообщений – поток сообщений изображает взаимодействие между двумя сущностями, готовыми к их отправке и получению.

3. Элементы процессов

А) пул – пул представляет рабочую зону для процесса.

Б) дорожка – дорожка представляет собой участников процесса.

В) этап – промежуточный этап изображает деление в рамках процесса.

4. Элементы данных

А) объект данных – объекты данных предоставляют информацию о том, каким образом процесс использует и обновляет документы, данные и прочие объекты, как электронные, так и физические.

Б) хранилище данных – хранилище данных показывает, как активности сохраняют и извлекают информацию, срок жизни которой выходит за рамки процесса.

С помощью данного программного обеспечения был разработан цифровой интерактивный регламент базовой системы менеджмента качества на производстве.

Состоит он из двух уровней: первого – общего вида (рис. 1) и второго – подробного описания каждого подпроцесса.

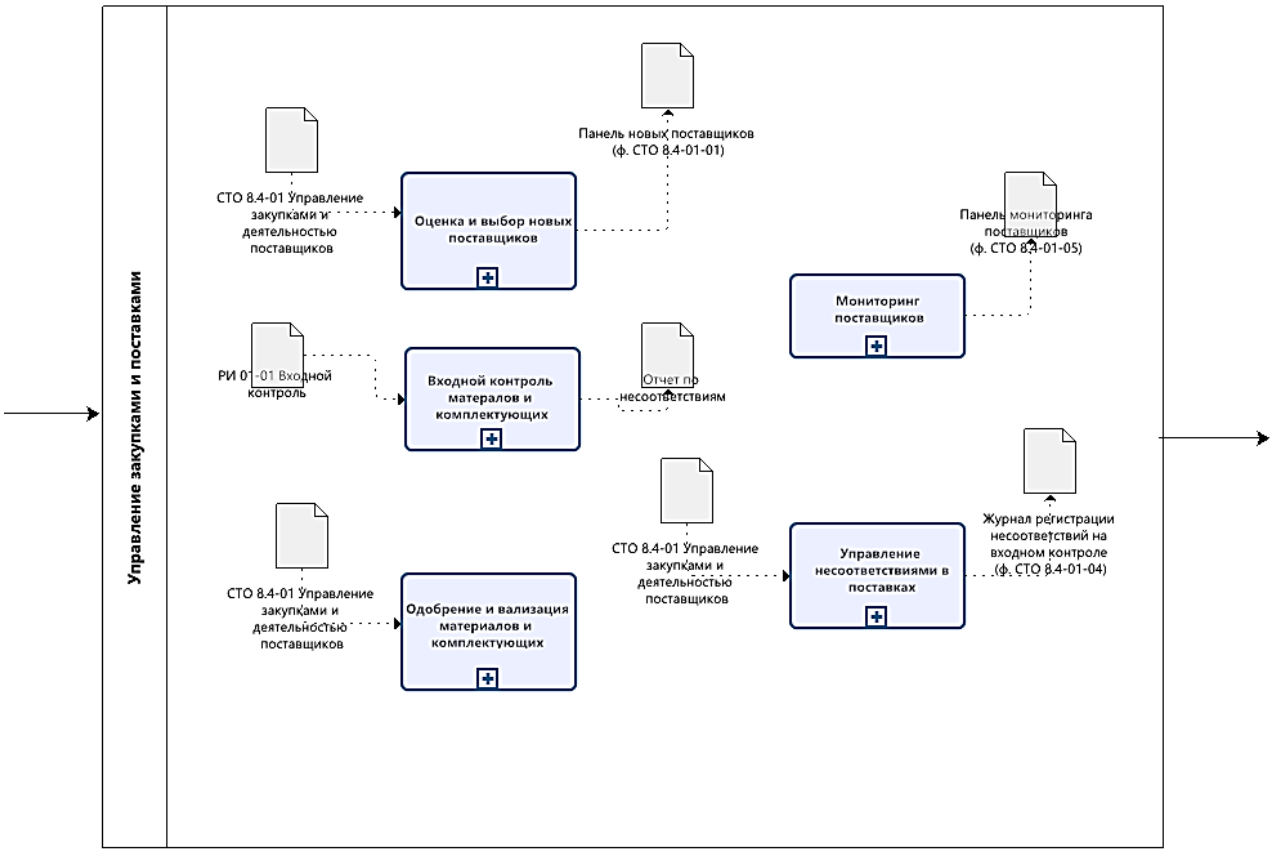


Рис. 1. Фрагмент общего вида цифрового интерактивного регламента

На первом уровне расположены основные составляющие СМК с входными и выходными данными. Например, процесс управления закупками и поставками состоит из следующих подпроцессов: входной контроль материалов и комплектующих; одобрение и валидация материалов и комплектующих; оценка и выбор новых поставщиков; мониторинг поставщиков; управление несоответствиями в поставках.

У каждого из них есть определенные входные стандарты, подчиняющиеся ГОСТ Р ИСО 9001:2015, по которым выполняются процессы в организации, и выходные документы (зачастую формы или отчеты). Так, у подпроцесса «Оценка и выбор новых поставщиков» присутствуют СТО «Управление закупками и деятельностью поставщиков», лежащий в основе его построения, и результат активности – форма, вытекающая из СТО, «Панель новых поставщиков». Каждый данный документ прикреплен в виде ссылки и находится в ПО (рис. 2), что делает их доступными для каждого участника процесса.

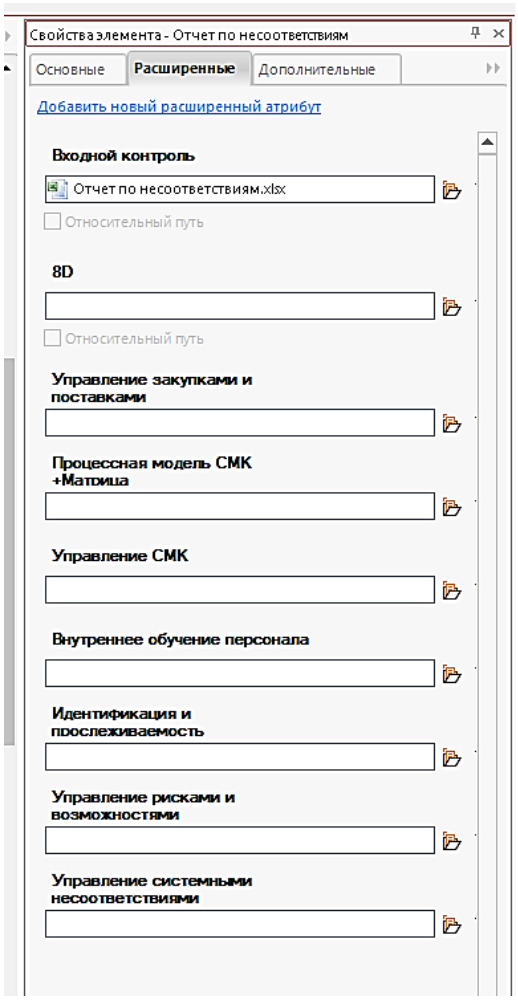


Рис. 2. Ссылка на документированную информацию в Bizagi Modeler

Следующий уровень рассмотрим также на примере процесса «Управление закупками и поставками». Нажимая на вкладку с данным этапом, мы как бы «проваливаемся» в него и можем детально изучить механизмы работы каждого составляющего.

Изучим подробнее схему «Оценка и выбор новых поставщиков» в производстве (рис. 3). В данном процессе принимают участие четыре лица: начальник коммерческого отдела, начальник производства, поставщик и директор. При инициировании выбора поставщика начальник коммерческого отдела предпринимает действия по поиску потенциальных поставщиков, имеющих возможность предоставления необходимой продукции или услуг с учетом не менее двух поставщиков по однотипной номенклатуре (за исключением случаев, если поставщик определен потребителем готовой продукции). Начальник коммерческого отдела производит запрос и анализ КП, на основании которых проводит балльную оценку потенциального поставщика. При необходимости принимается решение о проведении очного аудита потенциального поставщика. Затем начальник коммерческого отдела запрашивает пробную партию сырья для проведения испытаний. По итогу результатов испытаний поставщику присваивается класс. По итогам проведенной оценки генеральный директор принимает решение о заключении или незаключении договора с поставщиком. В договоре отражаются требования по качеству к поставляемому сырью и материалам.

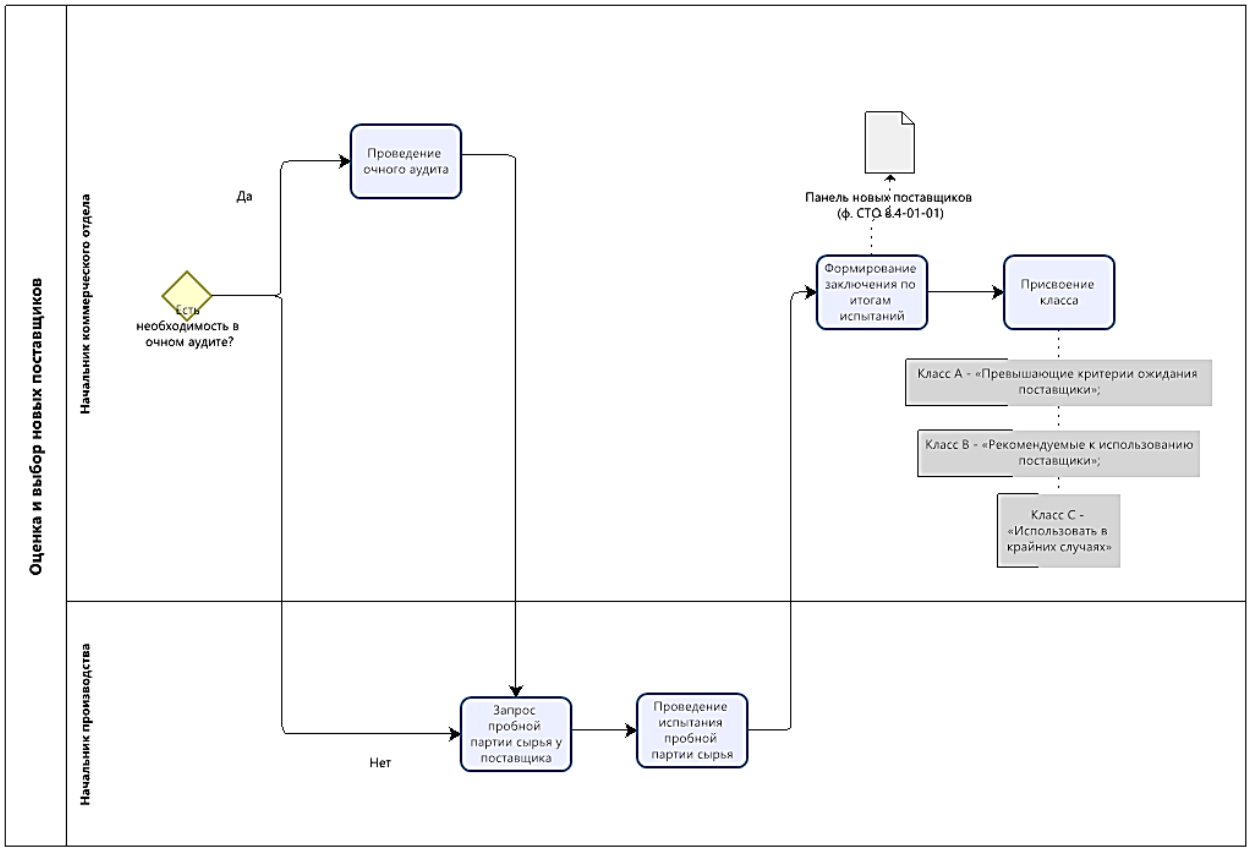


Рис. 3. Схема «Оценка и выбор новых поставщиков»

Внедрение цифрового интерактивного регламента СМК на предприятиях имеет следующие преимущества:

Во-первых, улучшение контроля качества (моделирование позволяет отследить прослеживаемость процессов, предсказать потенциальные сбои в производстве и быстро принять меры для их устранения, выявить западающие участки, обозначить, какие этапы лучше ликвидировать, а какие наоборот внедрить).

Во-вторых, снижение трудозатрат (автоматизация рутинных задач, таких как сбор данных, анализ и отчетность, позволяет сократить время, затрачиваемое сотрудниками на эти процессы, и следовательно, появляется возможность перераспределения рабочей силы на более важные и сложные задачи).

В-третьих, снижение риска человеческого фактора (подробная, визуальная «инструкция» к каждому этапу производства практически исключает ошибки сотрудников при изготовлении продукции).

В-четвертых, оптимизация ресурсов (цифровая модель помогает использовать материалы и компоненты более рационально и отслеживать запасы в реальном времени, что предотвращает избыточные закупки и затраты).

В-пятых, снижение затрат на обучение персонала (виртуальные инструменты могут ускорить процесс обучения и снизить затраты на его проведение).

Помимо этого, оптимизируется цепочка поставок и упрощается процесс сертификации.

Данный цифровой регламент системы менеджмента качества разработан для внедрения на предприятиях в машиностроении. Он является абсолютно гибким, подстраивающим под любые запросы пользователей. Приобретая данную модель, заказчик без проблем сможет внедрить процессный подход в организацию, а значит, повысить свою конкурентоспособность и уровень удовлетворенности потребителей.

Список литературы

1. Серенков П.С., Курьян А.Г., Соломахо В.Л. Методология моделирования сети процессов как первый этап проектирования инженерной составляющей СМК // Методы менеджмента качества. – Минск: Белорусский национальный технический университет.
2. Немцев А.Д., Козловский В.Н. Моделирование – инструмент управления качеством продукции // Автомобильная промышленность – 2003. – № 10. – С. 1.
3. Обзор стандартов управления качеством и первичные проблемы процесса проектирования электромобилей / И.А. Беляева, В.Н. Козловский, А.С. Саксонов, И. И. Хабибулин // СТИН. – 2025. – № 7. – С. 14–17.
4. Аминов Х.И. Моделирование бизнес-процессов: учебное пособие / Х.И. Аминов. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2016. – 80 с.
5. Самуйлов К.Е. Основы формальных методов описания бизнес-процессов / К.Е. Самуйлов, А.В. Чукарин, С.Ю. Быков. – Москва: Российский университет дружбы народов, 2011. – 123 с.
6. Цифровые двойники бизнес-процессов. – Брянск: Брянский государственный инженерно-технологический университет, 2021. – 92 с.

References

1. Serenkov P.S., Kurian A.G., Solomakho V.L. Methodology of Modeling a Network of Processes as the First Stage of Designing the Engineering Component of the QMS // Methods of Quality Management. – Minsk: Belarusian National Technical University.
2. Nemtsev A.D., Kozlovsky V.N. Modeling as a Tool for Product Quality Management // Automobile Industry. 2003. No. 10. P. 1.
3. Belyaeva I.A., Kozlovsky V.N., Saksonov A.S., and Khabibulin I.I. Overview of Quality Management Standards and Primary Challenges in the Design Process of Electric Vehicles // STIN. 2025. No. 7. Pp. 14–17.
4. Aminov Kh.I. Business Process Modeling: A Tutorial / Kh.I. Aminov. – St. Petersburg: St. Petersburg State University of Economics, 2016. – 80 p. – ISBN 978-5-7310-3679-5.
5. Samuylov K.E. Fundamentals of Formal Methods for Describing Business Processes / K.E. Samuylov, A.V. Chukarin, and S.Yu. Bykov. – Moscow: Russian University of Friendship of Peoples, 2011. – 123 p.
6. Digital twins of business processes. – Bryansk: Bryansk State Engineering and Technology University, 2021. – 92 p.

Для цитирования
Антипов Д.В., Голубцов Н.С., Гвоздева П.С., Методика проектирования линии роботизированной сборки изделий аэрокосмической техники / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов / Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 128–132.

УДК 621.865.8

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИНИИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Антипов Д.В., *профессор, Самарский университет, г. Самара*
Голубцов Н.С., *ассистент кафедры техносферной безопасности, метрологии и технологии материалов, Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары*
Гвоздева П.С., *студент, Самарский университет, г. Самара*

В работе представлены разработка и описание методики проектирования роботизированных сборочных линий для аэрокосмической техники, включающей три ключевых этапа и применение межфункциональной команды для создания эффективного производства с полным комплектом документации.

Ключевые слова: индустрия 4.0, киберфизические производственные системы, роботизация производственных процессов, системная интеграция роботизированных комплексов.

METHODS OF ROBOTIC ASSEMBLY LINE DESIGN FOR AEROSPACE PRODUCTS

Antipov D.V., *professor, Samara University, Samara*
Golubtsov N.S*., Assistant Professor of the Department of Technosphere Safety, Metrology and Materials Technology, I.N.Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary*
Gvozdeva P.S., *student, Samara University, Samara*

The work presents the development and description of a methodology for designing robotic assembly lines for aerospace equipment, which includes three key stages and the use of an interdisciplinary team to create an efficient production process with a complete set of documentation.

Keywords: Industry 4.0, cyber-physical production systems, robotization of production processes, and system integration of robotic complexes.

Современный этап развития промышленности характеризуется масштабным переходом предприятий к серийному и крупносерийному производству и кратному повышению производительности труда, что увеличивает спрос на автоматизацию и роботизацию технологических процессов. Указанная тенденция объясняется значительными конкурентными преимуществами роботизированных производственных систем, включая исключение человеческих ошибок, обеспечение стабильного качества, сокращение затрат ресурсов на производство и увеличение производительности труда.

Несмотря на активное внедрение роботизированных комплексов в промышленность, до сих пор отсутствует универсальная методика проектирования таких систем для высокотехнологичных отраслей, в частности – аэрокосмического машиностроения. Разработанная методика устраняет ряд ограничений существующих подходов и является эффективным инструментом проектирования линий роботизированной сборки изделий аэрокосмической техники.

Для осуществления процесса проектирования роботизированных линий собирается межфункциональная команда (МФК), в которую входят специалисты, выполняющие четыре роли: инженера по организации производства, инженера-технолога, инженера по автоматизации и инженера по качеству.

Предлагаемая методика проектирования линии роботизированной сборки изделий аэрокосмической техники состоит из трех ключевых этапов (рис. 1):

1. Анализ продукта и процесса производства.
2. Разработка процесса автоматизированного и роботизированного производства.
3. Отработка технологических решений.

Рис. 1. Общий вид

Первый этап включает в себя анализ текущей конструкции и технологии производства производимой продукции.

Основными результатами первого этапа будут:

– перечень мероприятий по повышению технологичности конструкции изделия, с учетом адаптации под технологические операции роботизированной сборки;

– сформированный перечень текущих ограничений по роботизации;

– рассчитанные текущие показатели производственного процесса.

Полученные результаты первого этапа являются входными данными для последующих этапов проектирования, обеспечивая обоснованность принимаемых технических решений и минимизацию проектных рисков.

Следующим ключевым этапом является проектирование технологического процесса роботизированного производства. Данный этап характеризуется формированием комплексной технической документации.

В частности, для разработки технического оснащения технологу требуется целый ряд нормативно-технических документов, представленных в таблице.

Документация для разработки технического оснащения

№	Документ	Ответственный
1	«Карта стандартизированной работы»	Инженер по организации производства
2	«Описание технологии»	
3	«Типовые стандартные решения по роботизации»	Инженер по автоматизации
4	«Перечень рисков и ограничений по роботизации»	
5	«Перечень технологического оснащения»	Инженер-технолог

Результатами второго этапа являются:

– разработанный технологический процесс роботизированной сборки;

– спроектированное и подобранное технологическое оснащение;

– имитационная модель производственного процесса с расчетом оптимальных производственных показателей;

– перечень технологической документации.

Завершающим элементом выступают апробация и внедрение разработанных технических решений. На данной стадии осуществляется трансформация проектной документации в реальный производственный процесс, обеспечивающая переход от теоретических разработок к их практической реализации. После отработки МФК проводит финальную оптимизацию технической планировки, оснащения и самой технологии изготовления продукта. Результатом данного этапа становится комплект технико-технологической документации, прошедшей согласование, а также полностью готовая к эксплуатации роботизированная сборочная линия.

Результатами третьего этапа являются:

– закупленное и изготовленное технологическое оснащение (роботизированные комплексы, технологическая оснастка, системы транспортировки и хранения);

– организованные рабочие места и производственные участки;

– пусконаладочные работы по системной интеграции роботизированных комплексов и технологической оснастки;

– отработка выполнения технологических операций на стабильность.

Предлагаемая методика обеспечивает систематизацию и структурирование обширного массива проектной документации, формируемого в процессе разработки, необходимой для обеспечения стабильности выполнения технологических операций.

Рассмотрим несколько позиций из перечня итоговых документов каждого этапа.

1. Карта потока процесса (КПП) – необходимый инструмент на стадии проработки процесса роботизированного производства, представляющий собой блок-схему, где отображаются последовательность и способы выполнения операций, а также перемещения материалов. Входными данными для построения КПП являются:

– перечень технологических операций с привязкой к рабочим местам и последовательности выполнения;
– перечень оборудования, инструментов и специализированных приспособлений, задействованных на каждом этапе производства;
– траектории перемещения материалов, узлов и готовых изделий между рабочими местами с указанием точек складирования и маршрутов транспортировки;
– информация о количестве поставок комплектующих и их периодичность.

Данный инструмент помогает на раннем этапе визуализировать технологию изготовления продукта, выявить узкие места, зафиксировать оптимальную логистику материалов и последовательность операций. В качестве примера на рис. 2 изображена карта потока процесса сборки беспилотного летательного аппарата роторного типа (БПЛА) с применением роботизированных технических комплексов.

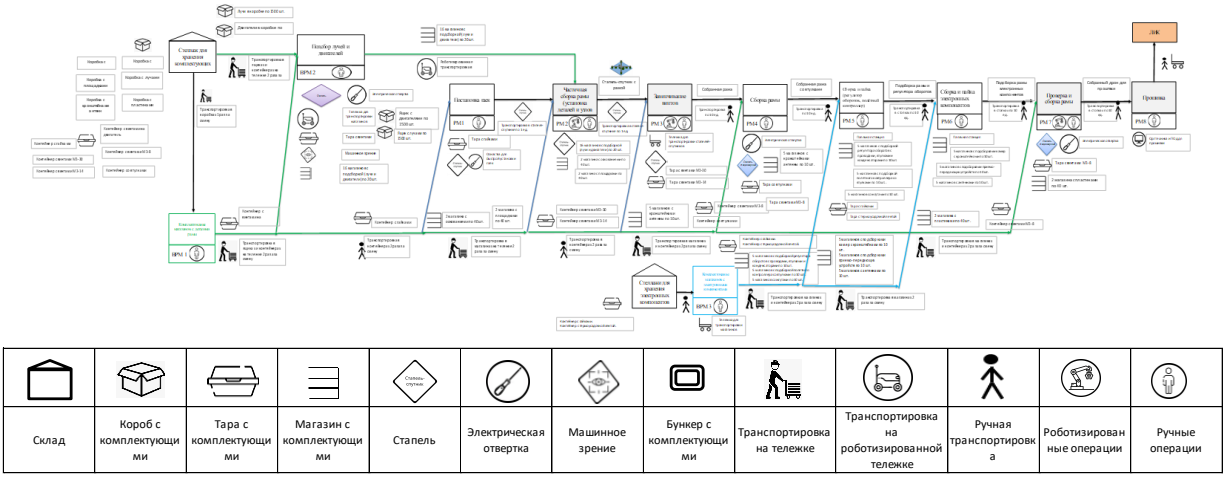


Рис. 2. Пример КПП

2. Карта стандартизированной работы (КСР) (рис. 3) – визуальное представление перемещения персонала, оснастки и материалов в рамках рабочих мест при выполнении технологических операций. Карта содержит в себе схематичную планировку линии (расположение рабочих столов, стеллажей и другого оснащения) и последовательные перемещения оператора и роботизированных комплексов в процессе работы.

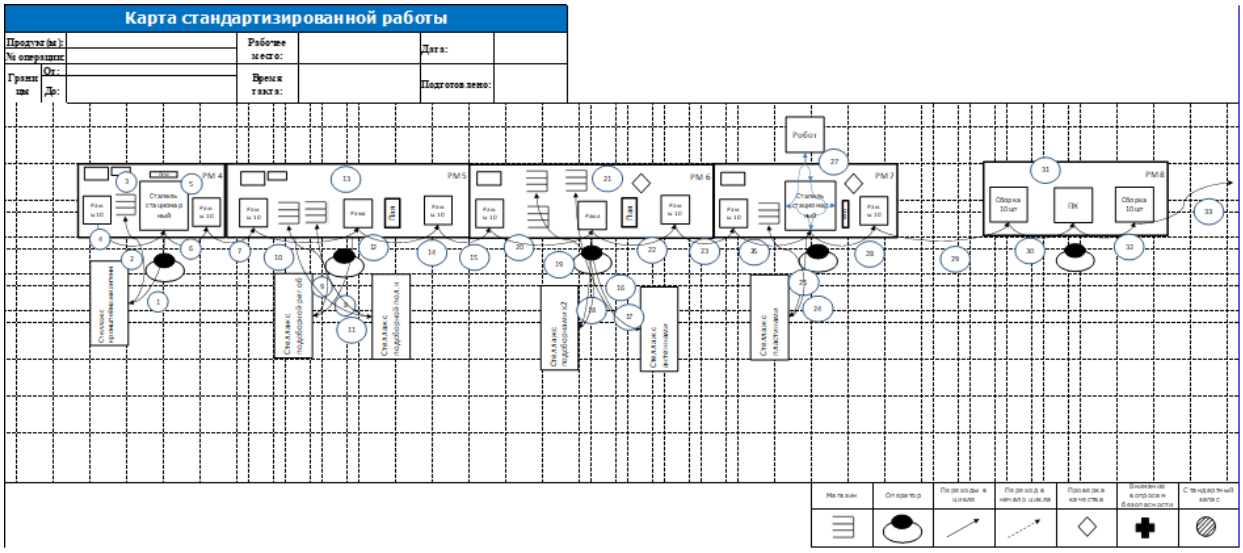


Рис. 3. Пример КСР

Данный инструмент организации производства, предлагаемый в методике проектирования роботизированных сборочных линий, необходим для определения рациональной последовательности движений операторов и роботов, а также для устранения лишних движений, простоев и перепроизводства.

4. Технологическая планировка и маршрутно-операционная карта – ключевые элементы технологической документации, формируемые после реализации всего комплекса методик и инструментов, рассмотренных ранее. Технологическая планировка фиксирует согласованное размещение производственного оснащения в рамках каждого рабочего места технологической линии, обеспечивая оптимальную организацию производственного пространства, а маршрутно-операционная карта фиксирует описание технологических операций производства изделий в последовательности их выполнения.

Разработанная методика проектирования линий роботизированной сборки представляет собой системный подход, объединяющий проектно-конструкторскую проработку производимого изделия, производственно-технологические решения по созданию стабильных технологических процессов, а также организацию производственных линий и участков. Ключевым преимуществом методики является ее адаптивность к высокотехнологичным производствам, где требования к точности, качеству и гибкости процессов особенно критичны.

Внедрение межфункциональной команды (МФК) обеспечивает комплексный охват всех аспектов роботизации – от анализа технологичности конструкции до программирования роботизированных систем и контроля качества. Результатом применения методики становится созданная производственная линия, обеспечивающая стабильность выполнения роботизированных технологических операций, а также комплект технической документации.

Таким образом, предложенный подход способствует значительному повышению производительности производства, сокращению издержек и обеспечению стабильного качества продукции, что подтверждает его практическую ценность для современной промышленности.

Список литературы

1. Каляев И.А. Принципы организации и функционирования безлюдного роботизированного производства с децентрализованным диспетчером / И.А. Каляев, С.Г. Капустян // XII Мультиконференция по проблемам управления (МКПУ-2019): материалы XII мультиконференции по проблемам управления (МКПУ-2019): в 4 томах, Дивноморское, Геленджик, 23–28 сентября 2019 года. Том 3. – Дивноморское, Геленджик: Южный федеральный университет, 2019. – С. 16–18.
2. Климов А.С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке [Текст] / А.С. Климов, Н.С. Машнин. – Москва: Лань, 2011.
3. Каляев И.А. Синтез структуры роботизированного производства с децентрализованным диспетчером [Текст] / И.А. Каляев, А.И. Каляев, Я.С. Коровин // Робототехника и техническая кибернетика. – 2016. – №4(13). – С. 4–12.
4. Амелин С.В. Организация производства в условиях роботизации / С.В. Амелин // Эффективность организации и управления промышленными предприятиями: проблемы и пути решения: материалы VI Международной научно-практической конференции, Воронеж, 15 марта 2025 года. – Воронеж: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2025. – С. 18–22.
5. Амелин С.В. Организация производства в машиностроении в условиях цифровой трансформации / Организатор производства, 2020. Т. 28, № 1. С. 17–23.
6. Амелин С.В. Организация производства в условиях применения искусственного интеллекта // Управление инновационно-инвестиционной деятельностью предприятий в условиях санкций. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Воронеж, 2023. С. 6–10.

References

1. Kalyaev I.A. Principles of the Organization and Functioning of Unmanned Robotic Production with a Decentralized Dispatcher / I.A. Kalyaev, S.G. Kapustyan // XII Multiconference on Management Issues (MKPU-2019): Proceedings of the XII Multiconference on Management Issues (MKPU-2019): in 4 volumes, Divnomorskoye, Gelendzhik, September 23–28, 2019. Volume 3. Divnomorskoye, Gelendzhik: Southern Federal University, 2019. – Pp. 16–18.
2. Klimov A.S. Robotic technological complexes and automatic lines in welding [Text] / A.S. Klimov, N.S. Mashnin. – Moscow: Lan, 2011.
3. Kalyaev I.A. Synthesis of the structure of robotic production with a decentralized dispatcher [Text] / I.A. Kalyaev, A.I. Kalyaev, Ya.S. Korovin // Robotics and technical cybernetics. – 2016. – No. 4(13). – Pp. 4–12.
4. Amelin S.V. Production Organization in the Context of Roboticization / S.V. Amelin // Efficiency of Organization and Management of Industrial Enterprises: Problems and Solutions: Materials of the 6th International Scientific and Practical Conference, Voronezh, March 15, 2025. Voronezh: University Book Closed Joint-Stock Company, 2025. – Pp. 18–22.
5. Amelin S.V. Production Organization in Mechanical Engineering in the Context of Digital Transformation / Organizer of Production, 2020, Vol. 28, No. 1, pp. 17–23.
6. Amelin S.V. Production Organization in the Context of Artificial Intelligence / Management of Innovative and Investment Activities of Enterprises in the Context of Sanctions. Collection of Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Voronezh, 2023, pp. 6–10.

Для цитирования
Антонова И.И., Хадиева А.Т. Управление изменениями для повышения эффективности системы менеджмента качества / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 133–137.

УДК 658

УПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯМИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Антонова И.И., *д-р экон. наук, Казанский инновационный университет имени В.Г. Тимирясова, г. Казань*
Хадиева А.Т., *канд. экон. наук, Казанский инновационный университет имени В.Г. Тимирясова, г. Казань*

Данное исследование посвящено интеграции методологии Training Within Industry (TWI) в процессы управления изменениями для совершенствования системы менеджмента качества (СМК) современных предприятий. В работе представлен анализ возможностей применения принципов и инструментов TWI как катализатора устойчивых позитивных изменений в СМК организаций различных отраслей.

Ключевые слова: система менеджмента качества, управление изменениями, методология TWI, обучение персонала.

CHANGE MANAGEMENT TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM

Antonova I.I., *Doctor of Economics. Sciences, Kazan Innovation University named after V.G. Timiryasov, Kazan*
Khadieva A.T., *Ph.D. Sciences, Kazan Innovation University named after V.G. Timiryasov, Kazan*

This study focuses on integrating the Training Within Industry (TWI) methodology into change management processes to improve the quality management system (QMS) of modern enterprises. The paper presents an analysis of the potential of applying TWI principles and tools as a catalyst for sustainable positive change in the QMS of organizations in various industries.

Keywords: quality management system, change management, TWI methodology, personnel training.

В нынешней обстановке, характеризующейся быстро меняющейся экономикой, технологическим прогрессом и ужесточением нормативных требований, к организациям предъявляются жесткие требования к качеству их деятельности и выпускаемой продукции. В связи с этим первостепенное значение приобретает постоянное совершенствование системы менеджмента качеством (СМК), которая способствует стабильному росту компании и укреплению ее позиций на рынке.

Управление изменениями является важнейшим фактором повышения результативности СМК. Данный процесс охватывает не только технические модификации, но и преобразует корпоративную культуру, активно задействует персонал, а также внедряет новейшие методы управления. Грамотное управление изменениями позволяет оптимизировать бизнес-процессы, повысить эффективность и снизить издержки производства.

В сложившихся обстоятельствах, компаниям необходим пересмотр существующих управленческих методов и внедрение новаторских инструментов, отвечающих современным

стандартам. Эффективная СМК, направленная на непрерывное улучшение и адаптацию к переменам, гарантирует устойчивое положение на рынке и укрепляет доверие потребителей.

Оценка существующих СМК на ряде предприятий показала наличие нескольких недостатков в области развития кадров: отсутствие комплексного подхода к обучению, а также установлено, что компетентность сотрудников не всегда соответствует потребностям производства.

Для устранения этих недостатков предлагается внедрить новую систему обучения на основе принципов TWI. Методология TWI, являющаяся частью концепции бережливого производства, уделяет особое внимание образованию и созданию эффективной корпоративной среды. Только такой подход обеспечит надежное закрепление намеченных изменений.

Таблица 1

Программа повышения СМК организации на основе внедрения концепции бережливого производства

1. Этап подготовки			
1. Теоретические и практические советы по оптимизации издержек	2. Инструментарий бережливого управления	3. Идея развития бережливого сознания у сотрудников	4. Определение упущенных возможностей для реализации творческого потенциала персонала
2. Ключевой этап			
1. Методика обучения TWI	2. Интеграция цифровых технологий в процессы предприятия		
3. Финальный этап			
1. Исследование проблем, влияющих на качество выпускаемой продукции	2. Определение величины затрат	3. Обсуждение перспективных направлений для улучшения СМК организации	

Этапы разработки и внедрения системы обучения персонала по методике TWI представлены на рис. 1.

Рис. Этапы разработки и внедрения системы обучения персонала по методике TWI

Внедрение методологии Training Within Industry (TWI), направленное на улучшение качества выпускаемой продукции, требует последовательной реализации.

1 этап. Первоочередной задачей является подготовка инструкторов. Необходимо сформировать группу квалифицированных сотрудников, обладающих глубокими знаниями и умеющих эффективно обучать других. Программа подготовки включает изучение основных принципов TWI, роли инструктора, методов контроля качества. Наставники получают теоретические знания и практические навыки посредством лекций, семинаров и практических

занятий, что позволяет им эффективно внедрять инновационные методы в производственный процесс.

2 этап. На втором этапе инструкторы разрабатывают практические материалы, включая инструкции по TWI и технологические карты, описывающие последовательность операций. Эти материалы адаптируются к специфике предприятия и должны быть понятны всем сотрудникам. Одновременно проводится обучение персонала с обсуждением разработанных материалов и разъяснением их важности. Такой подход способствует повышению точности выполнения операций и, как следствие, улучшению качества продукции.

3 этап. Третий этап посвящен организации процесса обучения персонала. Обучение может проводиться в форме групповых занятий, индивидуальных консультаций или мастер-классов. Важно, чтобы обучение было интерактивным и ориентированным на практическое применение методов TWI. Работники должны понимать, как применять полученные знания на практике, а инструкторы – обеспечивать обратную связь, выявлять и устранять возникающие трудности на начальном этапе.

4 этап: масштабирование успешной практики. Четвертый этап внедрения модели обучения характеризуется системным распространением уже проверенной методологии на дополнительные производственные участки. После того как программа доказала свою эффективность на пилотных участках, начинается планомерное расширение охвата с учетом следующих ключевых элементов:

Основные компоненты масштабирования:

1. Оценка результатов и адаптация:
– проведение комплексного анализа эффективности модели;
– выявление сильных сторон и областей для улучшения;
– корректировка методологии под специфические условия новых участков;
– учет особенностей технологических процессов различных подразделений.
2. Подготовка новых инструкторов:
– отбор кандидатов среди опытных сотрудников подразделений;
– обучение методикам передачи знаний и навыков;
– стажировка на пилотных участках под руководством опытных инструкторов;
– сертификация внутренних тренеров для проведения обучения.
3. Система непрерывного мониторинга:
– регулярный сбор обратной связи от обучаемых сотрудников;
– отслеживание ключевых показателей эффективности (KPI);
– анализ динамики сокращения производственных дефектов;
– оценка уровня усвоения знаний через практические демонстрации.

Инструменты оценки эффективности:
– производственные метрики до и после обучения;
– количественные показатели снижения брака;
– время, необходимое для достижения требуемой квалификации;
– степень самостоятельности сотрудников в решении производственных задач;
– уровень вовлеченности персонала в процессы улучшений.

Непрерывный процесс мониторинга не только обеспечивает контроль текущей ситуации, но и создает основу для дальнейшего совершенствования модели обучения, делая ее более адаптивной и эффективной в долгосрочной перспективе.

Внедрение методологии Training Within Industry (TWI) не только трансформирует внутренние процессы компании, но и кардинально меняет ее рыночное положение, создавая устойчивые конкурентные преимущества (см. табл. 2).

Таблица 2

Конкурентные преимущества после внедрения TWI

№ п/п	Преимущества	Характеристика
1.	Изменение потребительского восприятия	– снижение чувствительности к цене – потребители меньше реагируют на ценовые колебания благодаря осознанию дополнительной ценности продукта; – повышение доверия к компании – стабильно высокое качество продукции формирует устойчивую репутацию; – защита от демпинговых атак – лояльность клиентов становится барьером против агрессивных ценовых стратегий конкурентов.
2.	Укрепление клиентской лояльности	– сокращение риска перехода к конкурентам – удовлетворенные клиенты с меньшей вероятностью рассматривают альтернативы – усиление приверженности бренду – формируется эмоциональная привязанность к компании и ее продуктам – устойчивость клиентской базы – создается надежный фундамент для стабильного роста.
3.	Внутриорганизационные эффекты	– возрастание мотивации сотрудников – персонал активнее участвует в развитии организации; – формирование культуры непрерывного обучения – создается самообучающаяся организация; – повышение привлекательности компании для всех стейкхолдеров – от инвесторов до потенциальных сотрудников.

Успешное внедрение TWI открывает возможности для инновационного развития компании в следующих направлениях:

1. Усиление корпоративной социальной ответственности:

– интеграция социально значимых проектов в бизнес-процессы;

– повышение прозрачности деятельности компании;

– развитие экологических инициатив.

2. Интеграция Целей устойчивого развития ООН:

– внедрение принципов устойчивого развития в повседневную деятельность;

– согласование бизнес-задач с глобальными вызовами современности;

– отражение вклада компании в достижение международных целей устойчивого развития.

3. Создание образовательного центра:

– обучение персонала смежных неконкурирующих предприятий;

– формирование экосистемы профессионального развития;

– позиционирование компании как отраслевого лидера в области обучения.

4. Развитие концепции благополучия сотрудников;

– интеграция программ поддержки физического и психологического здоровья;

– создание комфортной рабочей среды;

– включение благополучия сотрудников в глобальную стратегию организации.

Реализация этих инициатив приводит к значительному укреплению стоимости бренда и улучшению репутации компании в глазах всех заинтересованных сторон, создавая прочную основу для долгосрочного устойчивого роста и развития. Реализация этой программы способствует устранению внешних рисков, сокращению производственных расходов, повышению степени лояльности клиентов и уменьшению давления со стороны конкурирующих фирм.

Постоянная оптимизация бизнес-процессов и повышение профессионализма сотрудников укрепляют рыночные позиции компании, формируя прочную основу для сопротивления демпингу и жесткой конкуренции.

В конечном итоге внедрение TWI в организации не только способствует улучшению качества выпускаемой продукции, но и закладывает фундамент для новой корпоративной культуры, нацеленной на обучение, неустанное совершенствование и вовлеченность каждого сотрудника. Систематический подход к развитию квалификации персонала становится надежной платформой для успешного проведения преобразований и стабильного развития бизнеса в современных экономических условиях.

Список литературы

1. Антонова И. И. Бережливый подход к вовлечению персонала в процесс совершенствования производства / И.И. Антонова, С. А. Антонов, В. С. Антонов, Г. Р. Дмитриева, А. Т. Хадиева // Казанская наука. – 2013. – № 4. – С. 20–23.
2. Смирнов В. А. Взаимосвязь скрытых потерь с инструментами бережливого производства / В.А. Смирнов, И.И. Антонова, С.А. Антонов, Г.Р. Дмитриева // Компетентность. – 2013. – № 2 (103). – С. 36–39.

References

1. Antonova I.I. Lean approach to involving personnel in the production improvement process / I.I. Antonova, S.A. Antonov, V.S. Antonov, G.R. Dmitrieva, A.T. Khadieva // Kazan science. – 2013. – No. 4. – Pp. 20–23.
2. Smirnov V. A. Interrelation between hidden losses and lean manufacturing tools / V.A. Smirnov, I.I. Antonova, S.A. Antonov, G.R. Dmitrieva // Competence. – 2013. – No. 2 (103). – Pp. 36–39.

Для цитирования
Бирюкова Л.И., Криворотова М.Ю. Стандартизация производства органической продукции на основе принципов устойчивого развития / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 138–144.

УДК 631.17

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Бирюкова Л.И., *канд. экон. наук, ФГБОУ ВО «МГУ им Н.П. Огарева», г. Саранск*
Криворотова М.Ю., *ФГБОУ ВО «МГУ им Н.П. Огарева», г. Саранск*

В работе рассмотрены особенности стандартизации органического производства в России, ее роль в обеспечении качества, экологической безопасности и устойчивости производства. Представлены тенденции развития органического производства, проанализированы действующие международные и национальные стандарты, взаимосвязь между целями устойчивого развития ООН и национальными проектами России. Представлены примеры хорошей управленческой практики в отрасли органического производства.

Ключевые слова: органическое производство, стандартизация, устойчивое развитие, национальные проекты, менеджмент качества.

STANDARDIZATION OF ORGANIC PRODUCTION BASED ON THE PRINCIPLES OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Biryukova L.I., *PhD in Economics, Ogarev Mordovia State University, Saransk*
Krivorotova M. Yu., *Ogarev Mordovia State University, Saransk*

The study examines the features of standardization in organic production in Russia, its role in ensuring product quality, environmental safety, and production sustainability. Trends in the development of organic production are presented, existing international and national standards are analyzed, and the relationship between the UN Sustainable Development Goals and Russia's national projects is considered. Examples of best management practices in the organic production sector are also provided.

Keywords: organic production, standardization, sustainable development, national projects, quality management.

Введение

Современное развитие мирового сообщества связано с реализацией концепции устойчивого развития, которое представляет собой стратегию гармоничного взаимодействия экономических, экологических и социальных систем. Идея устойчивого развития, закрепленная в докладе ООН по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее» в 1987 году, а с 2015 года в «Повестке дня в области устойчивого развития» на период до 2030 года, стала основным ориентиром для формирования государственной политики большинства стран мира [1]. Основным элементом повестки выступают 17 целей устойчивого развития (ЦУР).

Российская Федерация официально поддержала глобальную Повестку ООН и интегрировала принципы устойчивого развития в национальную систему стратегического планирования. Официально представлена детализированная информация по ходу достижения ЦУР о национальных индикаторах и реализуемых инициативах. Также в России разработаны и реализуются национальные проекты, которые направлены на достижение соответствующих

целей [2]. Проекты необходимы для формирования устойчивых производственных практик, развития инноваций и внедрения экологически ориентированных технологий в экономику.

Одним из практических примеров реализации ЦУР в аграрном секторе является развитие производства органической продукции, основанного на бережливом отношении к природным ресурсам и минимизации антропогенного взаимодействия на окружающую среду. Органическое сельское хозяйство отражает новый этап эволюции отечественного агропромышленного комплекса, где акцент смещается от экстенсивного на экологически и социально ориентированное производство. Органическое производство обеспечивает повышение качества и безопасности продовольствия и способствует сохранению биоразнообразия, улучшению состояния почв и водных ресурсов. Таким образом, развитие органического производства в России является прямым инструментом достижения целей устойчивого развития, а стандартизация в этой отрасли обеспечивает их практическую реализацию, формируя единые требования к качеству, экологичности и устойчивости продукции.

Цель исследования

Цель настоящего исследования заключается в анализе процессов стандартизации производства органической продукции на основе принципов устойчивого развития, а также в выявлении их влияния на повышение качества, экологичности и конкурентоспособности продукции предприятий агропромышленного комплекса. Работа направлена на обобщение существующих подходов к стандартизации органического производства, рассмотрение нормативно-правовой базы и международных стандартов, оценку перспектив их внедрения в практику сельскохозяйственного производства в Российской Федерации.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования в данной работе выступают процессы стандартизации производства органической продукции, рассматриваемые через призму принципов устойчивого развития и их интеграции в систему менеджмента качества на предприятиях агропромышленного комплекса. Особое внимание уделено анализу нормативно-правовой базы, международных и отечественных стандартов, а также практическому опыту их применения в российских организациях, сертифицированных по требованиям органического производства.

Информационную основу исследования составили ФЗ №280 «Об органической продукции», действующие национальные стандарты (ГОСТ 33980–2016, ГОСТ Р 57022–2016, ГОСТ Р 59425–2021, ГОСТ Р 56104–2014), международные стандарты ИСО, внутренняя документация ООО «Биосфера». Были проанализированы научные публикации и методические материалы, связанные со стандартизацией, менеджментом качества, экологией и устойчивым аграрным производством.

Методологическая основа исследования включает применение общенаучных методов – анализа, синтеза, систематизации и сравнительного анализа. Использовался метод анализа научных и нормативных источников, сопоставления требований международных и российских стандартов. Такой подход позволил обобщить современные тенденции развития стандартизации органического производства в России, определить ее роль в обеспечении устойчивости аграрного сектора.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ научных публикаций показал, что вопросы развития органического сельского хозяйства в России исследуются, однако остается ряд нерешенных аспектов, особенно в части стандартизации и обеспечения устойчивости производственных процессов. Так, в работе М.А. Федеровой «Проблемы и перспективы развития органического сельского хозяйства в России» отмечается, что, несмотря на рост интереса к органической продукции, отрасль сталкивается с системными проблемами: несовершенством нормативно-правовой базы,

отсутствием устойчивых экономических связей между производителями, низкой покупательной способностью населения и высокой конкуренцией на мировом рынке [3]. В свою очередь, О.А. Косарева в статье «Перспективы рынка органической продукции России» указывает, что рынок органической продукции демонстрирует устойчивую положительную динамику: растущие темпы производства и спроса, отражающие повышенную осведомленность потребителей и их стремление к качественной экологически безопасной пище [4]. Тема стандартизации производства органической продукции на основе принципов устойчивого развития остается недостаточно изученной и требует дальнейшего научного исследования.

В последние годы в Российской Федерации особое внимание уделяется вопросам повышения эффективности и конкурентоспособности отечественного производства. Эти задачи отражены в стратегических документах государства и национальных проектах, направленных на развитие науки, промышленности и сельского хозяйства. В частности, в 2018 году был принят ФЗ № 280 «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», определяющий правовые основы производства и оборота органической продукции. В рамках национальных проектов 2025–2030 гг. «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности» и «Новые материалы и химия» создаются условия для интеграции отечественных решений в целях повышения качества продукции и менеджмента на предприятиях различных отраслей [2].

Взаимосвязь между ЦУР ООН и национальными проектами России достаточно четко прослеживается. Национальные проекты фактически представляют собой инструменты реализации ЦУР на государственном уровне, адаптированные к социально-экономическим условиям России. Некоторые из них напрямую или косвенно способствуют достижению целей, связанных с обеспечением продовольственной безопасности, экологическим благополучием, рациональным использованием природных ресурсов, развитием сельских территорий и повышением качества жизни населения. На рис. 1 представлено соотношение отдельных ЦУР и национальных проектов России, реализация которых оказывает непосредственное влияние на развитие органического сельского хозяйства и стандартизацию его производственных процессов.

ЦУР 2 Ликвидация голода	•«Технологическое обеспечение продовольственной безопасности» •«Технологическое обеспечение биоэкономики» •«Эффективная и конкурентная экономика»
ЦУР 3 Хорошее здоровье и благополучие	•«Новые технологии сбережения здоровья» •«Продовольственная и активная жизнь» •«Семья»
ЦУР 8 Достойная работа и экономический рост	•«Кадры» •«Эффективная и конкурентная экономика» •«Средства производства и автоматизации»
ЦУР 9 Индустриализация, инновации и инфраструктура	•«Экономика данных и цифровая трансформация государства» •«Новые материалы и химия» •«Инфраструктура для жизни»
ЦУР 12 Ответственное потребление и производство	•«Экологическое благополучие» •«Технологическое обеспечение биоэкономики» •«Туризм и гостеприимство»
ЦУР 13 Борьба с изменением климата	•«Экологическое благополучие» •«Новые атомные и энергетические технологии»
ЦУР 15 Сохранение экосистем суши	•«Экологическое благополучие» •«Технологическое обеспечение биоэкономики»

Рис. 1. Соответствие ЦУР ООН и национальных проектов РФ в контексте развития органического производства

Таким образом, некоторые национальные проекты служат механизмом практической реализации ЦУР, которые направлены на повышение устойчивости сельского хозяйства, тем самым стимулируя органическое производство и формируя эффективную систему стандартизации.

Предприятия органического производства, с одной стороны, должны обеспечивать высокое качество и экологическую безопасность продукции, соответствуя национальным и международным стандартам. С другой стороны, перед ними стоит задача интеграции принципов устойчивого развития в производственные и управленческие процессы, что, в свою очередь, требует комплексного подхода к стандартизации. Органическая отрасль, как и другие сферы производства, опирается на международные стандарты ISO. Однако для обеспечения специфических требований органической отрасли этого недостаточно. В России была создана нормативная база, которая включает основные правила производства, переработки и реализации продукции органического производства. На рис. 2 представлены данные стандарты [5].

Рис. 2. Международные и национальные стандарты для органического производства

На современных предприятиях органического сектора менеджмент качества строится на применении конкретных инструментов: принципы ХАССП для идентификации контрольных критических точек (ККТ), цифровые платформы прослеживаемости (QR-маркировка продукции, система «Честный знак»), принципы GAP (хорошие сельскохозяйственные практики) для устойчивого земледелия на всех этапах жизненного цикла органической продукции [6].

В России функционируют предприятия, которые демонстрируют высокую степень зрелости систем менеджмента и направлены на достижение целей устойчивого развития через стандартизацию производственных процессов. Одним из примеров такой практики является деятельность ООО «Биосфера» – одного из старейших и наиболее успешных предприятий органического сельского хозяйства в Республике Мордовия. Предприятие прошло сертификацию по российским (ГОСТ 33980–2016), европейским (EN 834/07, 889/08, 848/2018) и американским (NOP) органическим стандартам.

В 2009 году в ООО «Биосфера» впервые в России были сертифицированы поля по единым европейским стандартам, а уже в 2010 году появилась первая отечественная органическая гречка. На предприятии внедрены прогрессивные подходы к земледелию – многопольный севооборот, минимальная обработка почвы, полный отказ от применения пестицидов и минеральных удобрений. Животноводческое направление (около 700 голов крупного рогатого скота) ведется с соблюдением принципов свободного выпаса и использования сертифицированных кормов, тем самым обеспечивая замкнутый цикл устойчивого производства. Отдельного внимания заслуживает пчеловодческое подразделение (более 50 пчелосемей), также прошедшее органическую сертификацию. Именно ООО «Биосфера» стала первым предприятием в России, получившим органический сертификат на мед; тем самым продемонстрирован системный подход предприятия к реализации принципов устойчивого развития и формирования культуры качества на всех этапах производства.

Опыт ООО «Биосфера» показывает, что развитие органического производства в России напрямую связано с внедрением принципов устойчивого развития и стандартизацией

процессов на всех этапах жизненного цикла продукции. Последовательное применение международных и национальных стандартов обеспечивает высокое качества и экологическую безопасность продукции, формирует доверие потребителей и способствует продовольственной независимости государства.

Однако система стандартизации в данной сфере недостаточно развита: отсутствует единый методический подход к оценке соответствия органической продукции, действующие нормативные документы не учитывают специфику отечественных природно-климатических условий и производственных практик. К тому же недобросовестные производители, использующие практику «гринвошинга», рассматривают сертификацию и контроль качества как декларативную часть, субъективно интерпретируя требования стандартов. Подобные компании используют элементы «зеленого» позиционирования исключительно в маркетинговых целях: размещают на упаковке недостоверные экомаркировки, применяют термины «натуральный» или «экологичный» без подтверждения сертификацией, создают визуальные образы, которые ассоциируются с устойчивым производством, тем самым вводя потребителей в заблуждение относительно реального уровня экологичности своей продукции. Недобросовестные производители подрывают доверие потребителей к органической продукции и препятствуют формированию устойчивой культуры качества в аграрном секторе. Таким образом, в России сохраняется нормативный разрыв между фактическим уровнем органического производства и степенью его регламентации. В соответствии с вышеизложенным важным направлением становится разработка и внедрение единых методических подходов к сертификации и менеджменту качества, основанных на принципах устойчивого развития и направленных на повышение эффективности стандартизации органического производства в России.

Заключение

Стандартизация органического производства в России представляет собой ключевой механизм практической реализации целей устойчивого развития в агропромышленном комплексе. Система стандартов, охватывающая международные и национальные требования, обеспечивает контроль качества и экологической безопасности, формирует институциональную основу для интеграции принципов устойчивости в производственные процессы. Национальные проекты, которые направлены на развитие сельского хозяйства, экологии и науки, усиливают этот эффект, тем самым создавая условия для технологического и управленческого совершенствования предприятий. Опыт ООО «Биосфера» подтверждает, что система менеджмента качества способствует формированию доверия потребителей, укреплению продовольственной безопасности и повышению конкурентоспособности отечественной органической продукции. Таким образом, стандартизация является не формальным требованием, а инструментом стратегического планирования развития органического сектора и одним из факторов устойчивого роста национальной экономики.

Список литературы

1. Организация Объединенных Наций. Цели устойчивого развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/ (дата обращения: 02.10.2025).
2. Национальные проекты Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://government.ru/rugovclassifier/section/2641/ (дата обращения: 02.10.2025).
3. Федорова М.А. Проблемы и перспективы развития органического сельского хозяйства в России // Социально-экономический и гуманитарный журнал Красноярского ГАУ. – 2024. – № 1 (31). – С. 17–27.
4. Косарева О.А. Перспективы рынка органической продукции России // Вестник Национального института бизнеса. – 2023. – № 49. – С. 66–77.
5. Стандарты и регламенты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rst.gov.ru/portal/gost//home/standarts (дата обращения: 02.10.2025).
6. Капралов П.В., Яковлева Т.А. Экологическая сертификация производства органической продукции в России: правовые основы (начало) // Право и государство: теория и практика. – 2023. – № 8 (224).

References

1. United Nations. Sustainable Development Goals [Electronic resource]. Available at: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/ (accessed 02.10.2025).
2. National Projects of the Russian Federation [Electronic resource]. Available at: http://government.ru/rugovclassifier/section/2641/ (accessed 02.10.2025).
3. Fedorova M.A. Problems and prospects of organic agriculture development in Russia. Social-Economic and Humanitarian Journal of Krasnoyarsk State Agrarian University. 2024. No. 1 (31). pp. 17–27.
4. Kosareva O.A. Prospects of the organic products market in Russia. Bulletin of the National Institute of Business. 2023. No. 49. Pp. 66–77.
5. Standards and Regulations [Electronic resource]. – Available at: https://www.rst.gov.ru/portal/gost//home/standarts (accessed 02.10.2025).
6. Kapralov P.V., Yakovleva T.A. Ecological certification of organic production in Russia: legal basis (part one). Law and State: Theory and Practice. 2023. No. 8 (224).

Для цитирования
Бичева Т.А., Тарасова А.И., Бичев И.А. Влияние профессиональных стандартов на образовательную деятельность / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 145–148.

УДК 006.6

ВЛИЯНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Бичева Т.А., *старший преподаватель, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта», г. Москва*
Тарасова А.И.*, старший преподаватель, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта», г. Москва*
Бичев И.А*., магистр, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта», г. Москва*

Данная статья посвящена анализу влияния профессиональных стандартов на образовательную деятельность: от проектирования учебных планов до оценки результатов обучения. Рассматриваются механизмы интеграции ПС в образовательный процесс, их роль в обеспечении качества подготовки специалистов, а также возникающие при этом вызовы и перспективы.

Ключевые слова: высшее образование, реформирование, система квалификации, компетенции, образовательные стандарты, профессиональные стандарты.

THE IMPACT OF PROFESSIONAL STANDARDS ON EDUCATIONAL ACTIVITIES

Bicheva T.A.*, Senior Lecturer, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Russian University of Transport, Moscow*
Tarasova A.I., *Senior Lecturer, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Russian University of Transport, Moscow*
Bichev I.A., *master, Senior Lecturer, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Russian University of Transport, Moscow*

This article focuses on the impact of professional standards on educational activities, from the design of curricula to the assessment of learning outcomes. The article examines the mechanisms of integrating professional standards into the educational process, their role in ensuring the quality of specialist training, as well as the challenges and prospects that arise.

Keywords: higher education, reform, qualification system, competencies, educational standards, professional standards.

Современная образовательная система России находится в условиях глубокой трансформации: экономическая ситуация предъявляет все более высокие требования к качеству подготовки специалистов. В условиях стремительной цифровизации, трансформации рынка труда и появления новых профессий образовательные учреждения сталкиваются с необходимостью постоянной адаптации своих программ к реальным потребностям работодателей.

Таким инструментом на данный момент стали профессиональные стандарты (ПС). В декабре 2012 года были внесены поправки в Трудовой кодекс Российской Федерации (ТК РФ), в котором появилась такая категория, как профессиональный стандарт, в соответствии со ст. 195.1 ТК РФ.

Профессиональный стандарт – это нормативный правовой акт, содержащий описание квалификации, необходимой работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности. Он включает в себя обобщенные трудовые функции, требования к знаниям, умениям и навыкам, а также условия выполнения трудовых функций.

Система профессиональных стандартов предполагает установление требований к квалификации специалистов исходя из условий, складывающихся на рынке труда, т.к. работодателю нужен профессионал, который сразу может включиться в работу.

Правовую основу применения профессиональных стандартов составляют: Трудовой кодекс Российской Федерации (ст. 195.1–195.3); Федеральный закон № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (ст. 11, 73); Постановление Правительства РФ от 22.01.2013 № 23 «О правилах разработки и утверждения профессиональных стандартов»; Приказы Минтруда России, регулирующие порядок применения ПС.

Изменения в Федеральный закон № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», вступившие в силу с 1 июля 2016 года, обязывают образовательные организации учитывать профессиональные стандарты при разработке федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) и основных образовательных программ (ООП) в части формирования профессиональных компетенций. Важно подчеркнуть, что профессиональные стандарты носят рекомендательный характер, за исключением случаев, когда законодательством установлены обязательные квалификационные требования к работникам (например, в сфере здравоохранения, образования, энергетики и др.). В таких случаях ПС становятся обязательными для применения работодателями и образовательными организациями.

Профессиональные стандарты оказывают многоаспектное влияние на образовательную деятельность. Их интеграция в образовательные программы позволит:

– обеспечить актуальность содержания образования. ПС отражают современные требования рынка труда, что позволяет избежать разрыва между теоретическими знаниями и практическими навыками выпускников;

– повысить качество подготовки специалистов. Четкое описание компетенций и трудовых функций помогает формировать образовательные результаты, измеримые и проверяемые в профессиональной среде;

– усилить взаимодействие между образованием и работодателями. ПС разрабатываются с участием представителей работодателей, профессиональных сообществ и отраслевых союзов, что обеспечивает «обратную связь» от рынка труда;

– поддерживать динамичность образовательных программ. Поскольку ПС регулярно актуализируются, они способствуют своевременному обновлению учебных планов и дисциплин;

– способствовать реализации компетентностного подхода. Профессиональные стандарты ориентированы на результат – на то, что должен уметь делать выпускник, а не только на то, какие дисциплины он прослушал.

Но при объединении требований обоих типов стандартов выявился ряд проблем, связанных прежде всего с принципиальной противоречивостью (разнонаправленностью) подходов в системе образования и на рынке труда.

С одной стороны, принятая в образовании концепция обучения бакалавра по широким направлениям подготовки, а с другой стороны, существующие требования рынка к квалификации работника, его способности выполнять практические обязанности в узкой профессиональной области.

Для выполнения этих требований образовательной организации нужно выполнить:

1. Анализ и сопоставление требований

На первом этапе образовательная организация проводит анализ соответствующих профессиональных стандартов, сопоставляя их с планируемыми результатами освоения образовательной программы (ПООП). Это позволяет выявить пробелы в компетенциях и

скорректировать содержание обучения. Но язык у этих стандартов разный. Сравнение приведено в таблице.

Сравнительный анализ элементов федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) и профессиональных стандартов (ПС)

Компонент терминологического аппарата	Используется в ФГОС ВО	Используется в ПС	Примечания / Связи
Область профессиональной деятельности (ПД)	✓ Да	✗ Нет	Не имеет прямого аналога в ПС
Объекты ПД	✓ Да	✗ Нет	Отсутствуют в терминологии ПС
Виды ПД	✓ Да	⚠ Косвенно	Ключевая точка пересечения: отражаются в кодах обобщенных трудовых функций ПС
Задачи ПД	✓ Да	✗ Нет	Не используются в ПС
Компетенции	✓ Да	✗ Нет	Основной результат обучения в ФГОС ВО; в ПС заменяются на умения и знания
Обобщенная трудовая функция	✗ Нет	✓ Да	Не используется в ФГОС ВО
Трудовая функция	✗ Нет	✓ Да	Не имеет аналога в ФГОС ВО
Трудовые действия	✗ Нет	✓ Да	Конкретизация задач в ПС
Необходимые умения	✗ Нет	✓ Да	Соответствуют компетенциям, но не эквивалентны
Необходимые знания	✗ Нет	✓ Да	База для формирования умений

2. Разработка и корректировка учебных планов

На основе анализа ПС формируются учебные планы, в которых дисциплины, практики и иные компоненты программы направлены на достижение требуемых компетенций. Например, если ПС предполагает владение определенным программным обеспечением или знание специфических нормативных актов, это должно быть отражено в соответствующих модулях.

3. Формирование фонда оценочных средств

Профессиональные стандарты служат основой для разработки фонда оценочных средств (ФОС), используемых при промежуточной и итоговой аттестации. Задания, кейсы и практические работы должны моделировать реальные профессиональные ситуации, описанные в ПС.

4. Организация практик и стажировок

ПС помогают определить цели и содержание производственных практик, обеспечивая их соответствие реальным трудовым функциям. Это особенно важно для программ среднего профессионального и высшего образования, где практико-ориентированность является ключевым требованием.

5. Подготовка педагогических кадров

Преподаватели должны быть знакомы с актуальными ПС и понимать их значение для образовательного процесса. Это требует повышения квалификации педагогов и их вовлечения в профессиональные сообщества.

Заключение

Профессиональные стандарты играют все более значимую роль в обеспечении качества и актуальности образовательной деятельности. Они формируют «мост» между образованием и рынком труда, способствуя подготовке конкурентоспособных специалистов, готовых к

решению реальных профессиональных задач. Однако для полноценного раскрытия потенциала ПС требуется системный подход: от совершенствования самих стандартов до повышения квалификации педагогов и усиления взаимодействия с работодателями.

При этом рынок труда является очень динамичной, неустойчивой сферой деятельности, подверженной постоянным изменениям, а образовательная система в силу стоящих перед ней целей и специфической сферы деятельности всегда консервативна.

Образовательная система не может по своей сущности быстро приспосабливаться к изменяющимся требованиям: длительность цикла гибкого планирования учебного процесса под влиянием изменений на рынке труда составляет в среднем 6–10 лет.

Список литературы

1. Байденко В.И., Оскарссон Б. Базовые навыки (ключевые компетенции) как интегрирующий фактор образовательного процесса // Профессиональное образование и формирование личности специалиста: научно-методический сборник. – М., 2002.
2. ГОСТ Р ИСО 9001:2008. – М.: Изд-во стандартов, 2008. – 68 с.
3. Межведомственный регламент взаимодействия участников процесса актуализации ФГОС про фессионального образования с учетом принимаемых ПС (утв. 24.02.2016 г. Министром образования и науки Д.В. Ливановым и Председателем НСПК А.Н. Шохиным) [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/presentations/20.09.2016/Zhidkov.pdf (дата обращения: 20.04.2017)
4. Кельчевская Н.Р., Ширинкина Е.В. Проблемы учреждений высшего образования в рамках перехода на систему профессиональных стандартов // Экономика образования. 2017. № 2 (99). С. 39–47.
5. Пронякин В.И., Карепин П.А. Профессиональные и образовательные стандарты: проблемы внедрения и применения // Компетентность, 2019, № 1. С. 4–13.

References

1. Baidenko V.I., Oskarsson B. Basic Skills (Key Competencies) as an Integrating Factor in the Educational Process // Professional Education and the Formation of a Specialist's Personality: Scientific and Methodological Collection. Moscow, 2002.
2. GOST R ISO 9001:2008. Moscow: Standards Publishing House, 2008. 68 p.
3. Interdepartmental Regulations for Interaction between Participants in the Process of Updating the Federal State Educational Standard for Professional Education, Taking into Account the Accepted PS (approved on February 24, 2016 by the Minister of Education and Science, D.V. Livanov, and the Chairman of the National Union of Professional Associations, N. Shokhin) [Electronic resource]. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/presentations/20.09.2016/Zhidkov.pdf (accessed: 20.04.2017)
4. Kelchevskaya N.R., Shirinkina E.V. Problems of Higher Education Institutions in the Framework of the Transition to the System of Professional Standards // Economics of Education. 2017. No. 2 (99). Pp. 39–47.
5. Pronyakin V.I., Karepin P.A. Professional and Educational Standards: Problems of Implementation and Application // Competence 2019, No. 1, pp. 4–13

Для цитирования
Бободжонов Д.М. Анализ динамики сплошной среды в задаче повышения качества битумных эмульсий / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 149–153.

УДК 336

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ В ЗАДАЧЕ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Бободжонов Д.М., *аспирант, ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», Россия, г. Иркутск*

В статье представлен комплексный анализ динамики сплошной среды применительно к технологическим процессам производства битумных эмульсий. Показано, что предложенная математическая модель позволяет установить критические параметры процесса, влияющие на стабильность эмульсии при хранении, условную вязкость, остаток на сите и другие показатели качества согласно ГОСТ Р 58952.1–2020. Приведены результаты практической апробации, подтверждающие повышение стабильности показателей качества и экономическую эффективность внедрения.

Ключевые слова: битумная эмульсия, динамика сплошной среды, математическое моделирование, ГОСТ Р 58952.1–2020

ANALYSIS OF CONTINUUM DYNAMICS IN THE TASK OF IMPROVING THE QUALITY OF BITUMINOUS EMULSIONS

Bobodzhonov D.M., *Postgraduate student, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia*

This article presents a comprehensive analysis of continuum dynamics as applied to the technological processes of bituminous emulsion production. It is shown that the proposed mathematical model allows establishing critical process parameters affecting emulsion stability during storage, conditional viscosity, sieve residue, and other quality indicators according to GOST R 58952.1–2020. The results of practical testing are presented, confirming the improvement of quality indicator stability and economic efficiency of implementation.

Keywords: bituminous emulsion, continuum dynamics, mathematical modeling, GOST R 58952.1–2020.

Производство битумных эмульсий представляет собой сложный технологический процесс, требующий точного управления множеством взаимосвязанных параметров [2]. Согласно ГОСТ Р 58952.1–2020 «Дороги автомобильные общего пользования. Эмульсии битумные дорожные. Технические требования» битумные эмульсии должны соответствовать строгим требованиям по содержанию вяжущего с эмульгатором, условной вязкости, стабильности при хранении и другим показателям [5].

Анализ производственной практики показывает, что около 65% предприятий дорожной отрасли в России эксплуатируют многоэтажную инфраструктуру, где компоненты эмульсий транспортируются по сложным разветвленным системам трубопроводов [3]. Это создает специфические технологические риски:

– нестабильность дисперсной системы при транспортировке;
– изменение реологических характеристик компонентов;
– неоднородность смешивания в коллоидной мельнице;

– нарушение температурного режима;

– деградация поверхностно-активных веществ при механических воздействиях.

Битумная эмульсия представляет собой гетерогенную дисперсную систему, в которой битумное вяжущее диспергировано в водной фазе с образованием частиц размером 5–50 мкм [6]. Согласно определению ГОСТ Р 58952.1–2020 дорожная битумная эмульсия – это «однородная жидкость, получаемая на битумном вяжущем путем его диспергирования в водном растворе эмульгатора» [5].

Стабильность такой системы обеспечивается адсорбционно-сольватным механизмом, где молекулы эмульгатора образуют защитную оболочку вокруг частиц битума, препятствуя их коалесценции [4]. В модели учитываются также термические, химические и механические воздействия, реализуемые в реальных производственных условиях, а результаты моделирования валидируются экспериментальными данными. Критическими факторами стабильности являются:

– размер и распределение частиц дисперсной фазы;

– концентрация и тип эмульгатора;

– ph водной фазы;

– температурные условия хранения и транспортировки;

– механические воздействия на систему.

Для анализа динамики сплошной среды в процессе производства битумных эмульсий нами была разработана комплексная двухэтапная модель, схематически представленная на рис. 1 [1]. Данная модель позволяет всесторонне проанализировать гидродинамические и физико-химические процессы, происходящие при производстве эмульсий.

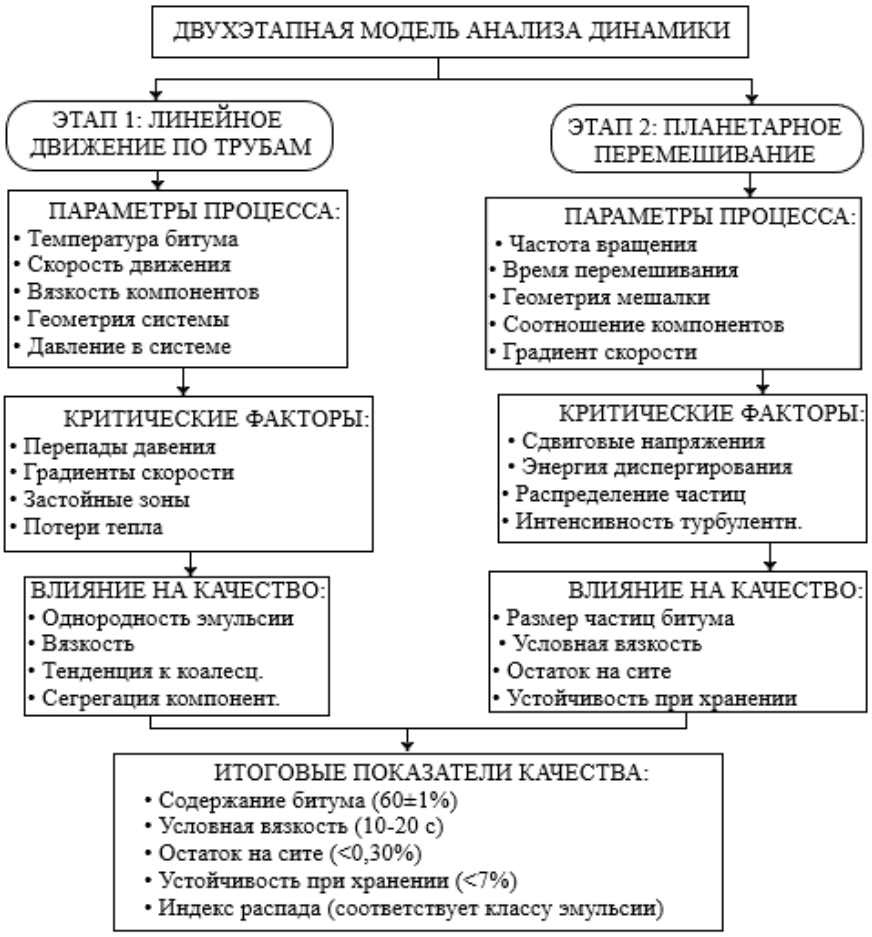


Рис. 1. Двухэтапная модель анализа динамики сплошной среды при производстве битумных эмульсий с указанием критических параметров процесса и их влияния на показатели качества

Как видно из рис. 1, разработанная нами модель включает два взаимосвязанных этапа. На первом этапе анализируется линейное движение по трубам с учетом таких параметров процесса, как температура битума, скорость движения, вязкость компонентов и геометрия системы[3]. Критическими факторами на этом этапе являются перепады давления, градиенты скорости, застойные зоны и потери тепла, что в итоге влияет на однородность эмульсии, вязкость, тенденцию к коалесценции и сегрегацию компонентов.

На втором этапе рассматривается планетарное перемешивание с контролем частоты вращения, времени перемешивания, геометрии мешалки и соотношения компонентов [6]. Здесь критическими факторами выступают сдвиговые напряжения, энергия диспергирования, распределение частиц и интенсивность турбулентности, оказывающие прямое влияние на размер частиц битума, условную вязкость, остаток на сите и устойчивость при хранении.

Итоговые показатели качества, представленные в нижней части рис. 1, соответствуют требованиям ГОСТ Р 58952.1–2020: содержание битума (60 ± 1%), условная вязкость (10–20 с), остаток на сите (<0,30%) и устойчивость при хранении (<7%) [5].

Как показано на рис. 2, температура битума является одним из критических параметров, влияющих на качество конечной эмульсии. Слишком низкая температура приводит к недостаточному диспергированию, в то время как слишком высокая вызывает деструкцию поверхностно-активных веществ и старение битума. Оптимальный температурный диапазон составляет 150–160° С, что обеспечивает оптимальную дисперсность системы.

Рис. 2. Влияние ключевых технологических параметров на качественные характеристики битумных эмульсий: температурные режимы, скорость потока и время смешивания

Кроме того, рис. 2 наглядно демонстрирует значимость таких параметров, как скорость потока и время смешивания. Для обеспечения равномерного распределения компонентов оптимальная скорость потока должна составлять 0,9–1,1 м/с. Оптимальное время смешивания в диапазоне 10–13 сек гарантирует однородность эмульсии без риска преждевременной деструкции частиц или недостаточного диспергирования.

Согласно ГОСТ Р 58952.1–2020 битумные эмульсии классифицируются по трем основным признакам [5]:

1. По скорости распада при смешивании с минеральными материалами:
- Быстрораспадающиеся (БК) – индекс распада 60–200
- Среднераспадающиеся (СК) – индекс распада 201–260
- Медленнораспадающиеся (МК) – индекс распада более 260

2. По химической природе эмульгатора:
- Катионные (К) – на основе катионных ПАВ
- Анионные (А) – на основе анионных ПАВ

3. По наличию модификации:
- Битумные (ЭБД) – без полимерных добавок
- Битумно-полимерные (ЭБПД) – с полимерными добавками

Предложенная модель была апробирована на производстве битумных эмульсий. Результаты оптимизации производственных параметров представлены в таблице:

Сравнительные показатели качества битумных эмульсий до и после оптимизации технологического процесса в соответствии с требованиями ГОСТ Р 58952.1–2020

Показатель	До оптимизации	После оптимизации	Требования ГОСТ
Содержание битума, %	58–62	59.5–60.5	60 ± 1
Условная вязкость при 20° С, с	12–18	14–16	10–20
Остаток на сите 0,14 мм, %	0.25–0.35	0.18–0.22	не более 0.30
Устойчивость при хранении (7 дней), %	5–8	3–5	не более 7

Заключение

Анализ динамики сплошной среды в задаче повышения качества битумных эмульсий позволяет научно обоснованно подойти к оптимизации технологических процессов их производства. Предложенная двухэтапная модель, детально представленная на рис. 1, предоставляет инструмент для прогнозирования влияния параметров процесса на качественные характеристики и установления критических контрольных точек.

Как наглядно продемонстрировано на рис. 2, температурный режим, скорость потока и время смешивания являются ключевыми факторами, определяющими качество битумных эмульсий. Оптимизация данных параметров позволяет значительно повысить стабильность производимой продукции и обеспечить ее соответствие требованиям ГОСТ Р 58952.1–2020.

Практическая апробация модели подтверждает ее высокую эффективность для решения прикладных задач повышения качества битумных эмульсий и оптимизации производственных процессов в дорожно-строительной отрасли [1, 7].

Список литературы

1. Лонцих П.А., Бободжонов Д.М., Лившиц И.И., Буньковский В.И., Зырянов И.В., Лонцих Н.П. Разработка алгоритма математической модели технологического процесса на основе движения сплошной среды // Известия ТулГУ. Технические науки. 2025. Вып. 8. С. 44–45. DOI: 10.24412/2071-6168-2025-8-44-45.
2. ГОСТ 22245–90 Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 1990.
3. ГОСТ Р 52128–2003 Эмульсии битумные дорожные. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2003.
4. Йоханнес К., Хельмут Р., Вернер Л., Эдгар К., Хельга Р., Йоахим П., Зигфрид П., Эдуард В., Вильхельм Ф. Способ получения высокостабильных битумных эмульсий // Известия ТулГУ. Технические науки. 2025. Вып. 8. С. 44–45.
5. ГОСТ Р 58952.1–2020 Дороги автомобильные общего пользования. Эмульсии битумные дорожные. Технические требования. – М.: Стандартинформ, 2020.
6. Пособие по приготовлению и применению битумных дорожных эмульсий (к СНиП 3.06.03-85) / СоюздорНИИ. – М.: Стройиздат, 1999. – 49 с.
7. Сверчков А.А., Клейменов О.В., Ромаденкина С.Б. Разработка состава стабильной катионной битумной эмульсии для дорожного строительства // Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского. 2024. С. 78–85.

References

1. Lontsikh P.A., Bobodzhonov D.M., Livshits I.I., Bunkovsky V.I., Zyryanov I.V., Lontsikh N.P. Development of an algorithm for a mathematical model of the technological process based on the continuum dynamics // Izvestiya TulSU. Technical Sciences. 2025. Issue 8. pp. 44-45. DOI: 10.24412/2071-6168-2025-8-44-45
2. GOST 22245–90. Viscous road petroleum bitumens. Technical specifications. – M.: Standartinform, 1990.
3. GOST R 52128–2003. Road bitumen emulsions. Technical specifications. – M.: Standartinform, 2003.
4. Johannes K., Helmut R., Werner L., Edgar K., Helga R., Joachim P., Siegfried P., Eduard V., Wilhelm F. Method for obtaining highly stable bitumen emulsions // Izvestiya TulSU. Technical Sciences. 2025. Issue 8. Pp. 44–45.
5. GOST R 58952.1–2020. Automobile roads of general use. Road bitumen emulsions. Technical requirements. – M.: Standartinform, 2020.
6. Manual for the preparation and application of bitumen road emulsions (to SNiP 3.06.03-85) / SoyuzdorNII. – M.: Stroyizdat, 1999. – 49 p.
7. Sverchkov A.A., Kleimenov O.V., Romadenkina S.B. Development of a composition of stable cationic bitumen emulsion for road construction // Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky. 2024. Pp. 78–85.

Для цитирования
Болотов П.А., Василега Н.А., Василега Д.С. Публикационная активность по тематике FMEA: ретроспективный анализ и векторы развития / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 154–160.

УДК 658.562

ПУБЛИКАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ПО ТЕМАТИКЕ FMEA: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ И ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ

Болотов П.А., *магистрант, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень*
Василега Н.А., *ст. преподаватель, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень*
Василега Д.С., *канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень*

Настоящее исследование посвящено комплексному анализу публикационной активности, связанной с применением метода FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) в период с 2020 по 2024 год. В работе представлены результаты системного изучения динамики публикаций по типам источников, их языковому распределению, отраслевой принадлежности и векторам развития. Практическая значимость методологии проиллюстрирована на примере анализа трубных элеваторов моделей ЭТА и ЭДУ, используемых в нефтегазовой отрасли.

Ключевые слова: FMEA, анализ видов и последствий отказов, публикационная активность, отраслевое распределение, языковая динамика, машиностроение, трубные элеваторы.

PUBLICATION ACTIVITY ON FMEA: RETROSPECTIVE ANALYSIS AND DEVELOPMENT VECTORS

Bolotov P.A., *Master's Student, Tyumen Industrial University, Tyumen*
Vasilega N.A., *senior lecturer, Tyumen Industrial University, Tyumen*
Vasilega D.S., *candidate of Technical Sciences, associate professor, Tyumen Industrial University, Tyumen*

This study focuses on a comprehensive analysis of publication activity related to the use of the FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) method from 2020 to 2024. The study presents the results of a systematic analysis of publication dynamics based on source types, language distribution, industry affiliation, and development trends. The practical significance of the methodology is illustrated through an analysis of the ETA and EDU models of pipe elevators used in the oil and gas industry.

Keywords: FMEA, analysis of failure types and consequences, publication activity, industry distribution, language dynamics, mechanical engineering, and pipe elevators.

Метод анализа видов и последствий отказов (FMEA – Failure Mode and Effects Analysis) представляет собой систематический подход к выявлению потенциальных проблем, оценке рисков и разработке предупреждающих мер в различных отраслях промышленности. Возникнув в середине XX века как инструмент обеспечения надежности в оборонной и аэрокосмической отраслях, FMEA постепенно трансформировался в универсальную методологию управления рисками, применяемую в самых различных сферах – от автомобилестроения до здравоохранения.

Значимость методологии FMEA в современных промышленных условиях объясняется возрастающей сложностью технологических процессов, повышением требований к безопасности и качеству продукции, а также необходимостью предотвращения дорогостоящих простоев и аварий. Метод позволяет проактивно идентифицировать потенциальные отказы на этапах проектирования и производства, оценить их возможное влияние на систему в целом и разработать корректирующие мероприятия до возникновения реальных проблем.

Целью данного исследования является проведение комплексного анализа динамики применения метода FMEA в разрезе типов публикаций, языков публикации и отраслевой принадлежности за период с 2020 по 2024 год, чтобы выявить основные тенденции и приоритетные области применения.

Основу данного исследования составил ретроспективный анализ данных, представленных в электронной библиотеке научных публикаций eLIBRARY.RU, содержащей информацию о публикационной активности, связанной с применением метода FMEA.

В качестве материалов исследования выступили агрегированные данные из научных статей в рецензируемых журналах и материалов международных и национальных конференций, отражающие динамику публикационной активности по теме FMEA за пятилетний период с 2020 по 2024 год. Ежегодный анализ охватывал от 606 до 953 журнальных статей, что в совокупности составило более 4100 публикаций, а также от 158 до 180 материалов конференций в год – с общим охватом свыше 800 работ.

Данные были систематизированы по следующим критериям:

- год публикации;
- тип публикации;
- отраслевая принадлежность;
- язык публикации (русский/иностранные языки);
- локализация упоминания FMEA (название, аннотация, ключевые слова, полный текст).

Для обработки данных применялся комплекс методов статистического и содержательного анализа. Основу методики составил дескриптивный статистический анализ, позволивший рассчитать абсолютные показатели динамики публикационной активности по годам и типам публикаций. Сравнительный анализ был использован для выявления тенденций в отраслевом распределении применения FMEA, при этом анализировались данные по 15 отраслям, включая машиностроение, энергетику, медицину, пищевую промышленность и другие. Для определения направлений изменения количества публикаций на русском и иностранных языках был применен тренд-анализ, что позволило оценить степень интернационализации исследований. Контент-анализ использовался для изучения распределения упоминаний метода в различных разделах публикаций, включая название, аннотацию, ключевые слова и основной текст.

Анализ, представленный в таблице и на рис. 1, динамики публикационной активности, связанной с методологией FMEA, позволяет выявить устойчивую положительную динамику за период с 2020 по 2024 год. Общее количество публикаций, включая научные статьи в рецензируемых журналах и материалы конференций, в которых FMEA упоминается в различных структурных элементах – названии, аннотации, ключевых словах или основном тексте, – демонстрирует последовательный рост. Это свидетельствует о сохраняющейся и возрастающей актуальности методологии в научно-исследовательском дискурсе.

Анализ динамики публикационной активности

Год	Статьи в журналах				Материалы конференций			
	В полном тексте	В названии публикации	В ключевых словах	В аннотации	В полном тексте	В названии публикации	В ключевых словах	В аннотации
2020	606	176	53	414	158	31	32	44
2021	730	233	55	536	190	30	34	46
2022	834	254	48	598	153	26	33	29
2023	919	343	43	753	163	24	30	38
2024	953	332	54	706	180	23	29	38

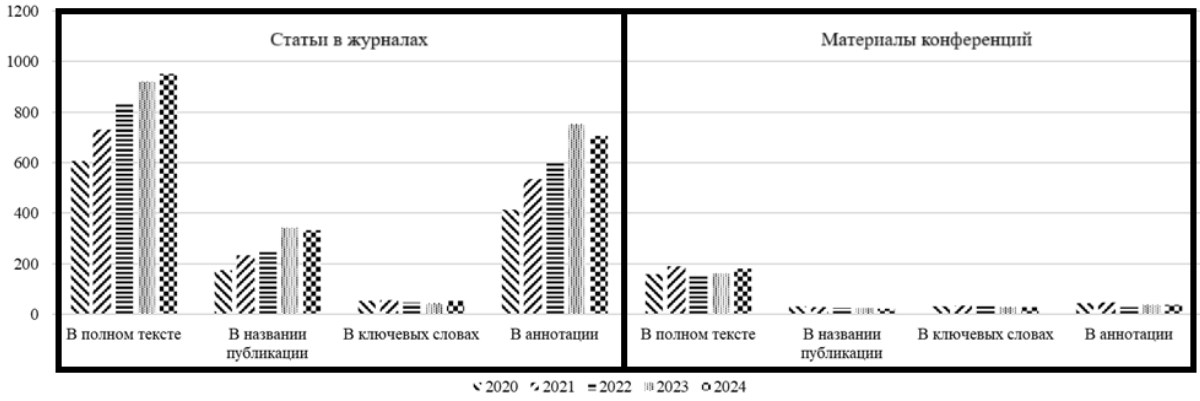


Рис. 1. Анализ динамики публикационной активности

Наиболее показательным является рост числа журнальных статей: если в 2020 году было зафиксировано 606 публикаций, то к 2024 году их количество достигло 953. Это указывает на углубленную теоретическую проработку метода, его адаптацию к новым областям знаний и активное использование в рамках долгосрочных исследований, результаты которых способствуют совершенствованию производственных систем и способствуют оптимизации ключевых отраслевых процессов.

В отличие от явного тренда роста журнальных публикаций количество материалов конференций – докладов, тезисов и статей в сборниках трудов – демонстрирует относительную стабильность с незначительными межгодовыми колебаниями. Данная тенденция позволяет сделать вывод о том, что FMEA остается востребованной темой для оперативного представления результатов прикладных исследований и обмена опытом на профессиональных площадках.

Анализ, представленный на рис. 2, отраслевого распределения публикационной активности, посвященной методу FMEA за пятилетний период, с 2020 по 2024 год, показывает, что наибольшее применение метод находит в машиностроении [5, стр. 88; 9, стр. 107324; 12, стр. 1263; 8, стр. 220]. Также значительная доля публикаций приходится на энергетику и социально значимые отрасли, демонстрирующие динамичный рост внедрения данной методологии.

Рис. 2. Анализ отраслевого распределения публикационной активности

Что касается журнальных публикаций, то в машиностроении метод FMEA является ключевым инструментом анализа отказов оборудования, проектирования надежных систем и оптимизации технологических процессов [1, стр. 81; 10, стр. 107911]. Незначительно отстает сфера управления качеством, в которой метод прочно интегрирован в системы обеспечения качества, управления рисками и практики непрерывного улучшения, что обусловлено в том числе требованиями стандарта ISO 9001:2015 [4, стр. 183]. Со значительным отрывом следует энергетика, где метод применяется для повышения надежности генерирующего оборудования и управления рисками сложных инженерных систем, а также медицина и здравоохранение, демонстрирующие одну из наиболее впечатляющих траекторий роста благодаря применению FMEA для анализа медицинских ошибок и оценки рисков оборудования [11, стр. 201]. Замыкает пятерку лидеров строительная отрасль, где метод используется для управления проектами и оценки рисков на всех этапах жизненного цикла объектов.

В отличие от журнальных статей материалы конференций отражают более прикладной и оперативный характер исследований. Здесь также сохраняется лидерство машиностроения и управления качеством, однако особенно показательно активное представление отраслей, где внедрение метода имеет выраженную практическую направленность [13, стр. 109261]. Так, пищевая промышленность и транспорт с логистикой демонстрируют растущий интерес к FMEA как инструменту обеспечения безопасности продукции и управления рисками в глобальных цепочках поставок.

Анализ языковой динамики публикационной активности по теме FMEA за пятилетний период, представленный на рис. 3, выявляет устойчивую тенденцию к интернационализации исследований. Данные свидетельствуют о значительном преобладании публикаций на иностранных языках, преимущественно английском, что указывает на интеграцию методологии в глобальное научное пространство.

Рис. 3. Анализ языковой динамики публикационной активности по теме FMEA за пятилетний период

Приведенные данные позволяют сделать несколько ключевых выводов. Во-первых, отмечается стабильное преобладание публикаций на иностранных языках, причем их количество показывает последовательный рост с 500 в 2020 году до 823 в 2024 году. Это отражает активное участие исследований по FMEA в международном диалоге и их востребованность в мировом научном сообществе [15, стр. 959].

Во-вторых, публикации на русском языке, хотя и менее многочисленны, вносят существенный вклад в развитие методологии, адаптируя и развивая метод FMEA для русскоязычного профессионального сообщества. Сохранение устойчивого потока таких публикаций подчеркивает важность метода для решения практических задач в региональном контексте и свидетельствует о его успешной интеграции в национальную практику управления рисками.

Анализ наиболее цитируемых статей по тематике FMEA позволяет выявить ключевые векторы развития данного метода. Основной тренд заключается в стремлении преодолеть главное ограничение классического FMEA – субъективность экспертных оценок [6, стр. 26; 16, стр. 1786]. Это достигается за счет активной интеграции с методами многокритериального принятия решений (MCDM) и использованием аппарата нечеткой логики, которые обеспечивают более строгое и обоснованное ранжирование рисков [14, стр. 106134]. Указанные методологические усовершенствования находят применение при решении задач анализа рисков в высокотехнологичных областях, что подтверждает растущую сложность анализируемых систем [17, стр. 399].

Для подтверждения актуальности и практической значимости методологии FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) был проведен детальный анализ двух моделей трубных элеваторов, широко используемых в нефтегазовой отрасли: модели ЭТА и модели ЭДУ [3, стр. 282]. Данное исследование позволило не только выявить критические недостатки существующих конструкций, но и продемонстрировать эффективность FMEA как инструмента превентивного управления рисками в области промышленного оборудования.

В ходе анализа модели ЭТА были выявлены следующие критические проблемы:

- разрушение корпуса элеватора вследствие циклических нагрузок и усталостных напряжений в материале конструкции;
- повреждения ключевых несущих элементов – деформации и трещины в деталях, воспринимающих основную эксплуатационную нагрузку, что создавало риск внезапного отказа и аварийной ситуации.

При исследовании модели ЭДУ был обнаружен потенциальный отказ иного характера: недостаточное количество степеней защиты против случайного раскрытия замковых механизмов, что создавало угрозу падения буровой колонны с серьезными последствиями для безопасности людей, оборудования и окружающей среды.

На основе проведенного FMEA-анализа был предложен комплекс корректирующих мероприятий, направленных на устранение выявленных дефектов и минимизацию рисков. Ключевым решением стало проектирование и внедрение новой, усовершенствованной модели элеватора, в которой были учтены все выявленные недостатки. В новую конструкцию включены: усиленный корпус с повышенным запасом прочности и дополнительные предохранительные механизмы.

Для подтверждения его эксплуатационных характеристик был проведен анализ напряженно-деформированного состояния конструкции под нагрузкой [7], соответствующей заявленной грузоподъемности. Исследование включало в себя расчеты деформаций, главных напряжений и коэффициента запаса прочности, что позволило оценить надежность элеватора в условиях реальной эксплуатации [2, стр. 240]. Максимальные перемещения усовершенствованного элеватора под нагрузкой 100 тонн составляют 0,8 мм. Такой уровень деформации является допустимым и свидетельствует о высокой жесткости конструкции, что подтверждает соответствие заявленной грузоподъемности. Максимальные главные напряжения под нагрузкой 100 тонн равны 696,1 Мпа. Данный показатель максимальных главных напряжений находится в допустимых пределах и подтверждает высокую жесткость конструкции, что соответствует заявленной грузоподъемности.

Проведенное исследование выявило устойчивую положительную динамику развития методологии FMEA в 2020–2024 гг. Количество публикаций в рецензируемых журналах возросло с 606 до 953 статей в год, что свидетельствует о растущей актуальности метода в научном сообществе.

Анализ отраслевого распределения показывает лидерство машиностроения по применению FMEA, одновременно отмечается активное внедрение метода в медицине и энергетике. Языковая динамика отражает процесс интернационализации исследований – преобладание публикаций на иностранных языках (рост с 500 до 823 статей) свидетельствует об интеграции методологии в глобальное научное пространство.

Современное развитие FMEA характеризуется интеграцией с методами многокритериального принятия решений и аппаратом нечеткой логики, что позволяет преодолевать субъективность экспертных оценок.

Практическая значимость методологии подтверждена результатами анализа трубных элеваторов для нефтегазовой отрасли, где применение FMEA позволило разработать усовершенствованную конструкцию с подтвержденными характеристиками надежности.

Список литературы / References

1. Артамонов Е.В., Остапенко М.С., Василега Н.А. Определение эффективной скорости резания сборным инструментом на основе оценки рисков низкой обрабатываемости материала и потери работоспособности режущего инструмента // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2024. Т. 26. № 1 (117). С. 81–91.
   Artamonov E.V., Ostapenko M.S., Vasilega N.A. Determination of the effective cutting speed by a composite tool based on the assessment of the risks of low machinability of the material and loss of the cutting tool performance // Izvestiya of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2024. Vol. 26. No. 1 (117). P. 81–91.
2. Болотов П.А. Повышение качества элеватора трубного // В сборнике: Новые технологии – нефтегазовому региону. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2-х томах. Отв. редактор В.А. Чейметова. Тюмень, 2023. С. 238–241.
   Bolotov P.A. Improvement of the quality of the tube elevator // In the collection: New technologies for the oil and gas region. Materials of the International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduate Students, and Young Scientists. In 2 volumes. Edited by V.A. Cheimetova. Tyumen, 2023. P. 238–241.

3. Болотов П.А., Василега Д.С. FMEA анализ элеватора трубного модели ЭДУ // В сборнике: Новые технологии – нефтегазовому региону. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2-х томах. Тюмень, 2024. С. 282–283.
Bolotov P.A., Vasilega D.S. FMEA Analysis of the Elevator of the EDU Pipe Model // In the collection: New Technologies for the Oil and Gas Region. Materials of the International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduate Students, and Young Scientists. In 2 volumes. Tyumen, 2024. P. 282–283.
4. Василега Д.С., Остапенко М.С., Василега Н.А. Разработка методики оценивания рисков и возможностей в соответствии с требованиями стандарта ISO 9001:2015 // Естественные и технические науки. 2019. № 5 (131). С. 183–188.
Vasilega D.S., Ostapenko M.S., Vasilega N.A. Development of a methodology for assessing risks and opportunities in accordance with the requirements of the ISO 9001:2015 standard // Natural and Technical Sciences. 2019. No. 5 (131). P. 183–188.
5. Василега Н.А. Адаптация метода оценки рисков при эксплуатации сборного режущего инструмента с учетом выявления возможностей //Архитектура, строительство, транспорт. 2023. № 2 (104). С. 88–96.
Vasilega N.A. Adaptation of the method for assessing risks during the operation of a composite cutting tool, taking into account the identification of opportunities //Architecture, Construction, Transport. 2023. No. 2 (104). P. 88–96.
6. Клочков Ю.С., Фокин Г.А., Сыровацский О.В. Учет неопределенности при проведении процедуры FMEA-анализа // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 6 (104). С. 26–32.
Klochkov Yu.S., Fokin G.A., Syrovatsky O.V. Accounting for Uncertainty in the FMEA Analysis Procedure // Izvestiya of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2021. Vol. 23. No. 6 (104). P. 26–32.
7. Ansys Engineering Simulation Software : программное обеспечение для инженерного моделирования, версия 2024 R2 / ANSYS, Inc. – URL: https://www.ansys.com/ (дата обращения: 02.06.2025).
8. Artamonov E., Vasilega N., Yadygin A. Analysis of factors affecting operability to assess risks and opportunities in the operation of built-up cutting tools // Key Engineering Materials. 2022. Т. 910 KEM. P. 220–225.
9. Chang Ch.H., Kontovas Ch., Yu Q., Yang Z. Risk assessment of the operations of maritime autonomous surface ships // Reliability Engineering & System Safety. 2021. Vol. 207. P. 107324.
10. Ding R., Liu Z., Xu J., Sui Y., Men X., Meng F. A novel approach for reliability assessment of residual heat removal system for HPR1000 based on failure mode and effect analysis, fault tree analysis, and fuzzy Bayesian network methods // Reliability Engineering & System Safety. 2021. Vol. 216. P. 107911.
11. Jahangoshai Rezaee M., Yousefi S., Eshkevari M., Valipour M., Saberi M. Risk analysis of health, safety and environment in chemical industry integrating linguistic FMEA, fuzzy inference system and fuzzy DEA // Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. 2020. Vol. 34, № 1. P. 201–218.
12. Klochkov Y., Antipov D., Savich E., Syrovatsky O., Glushkov S. FMEA quality improvement method of flame spraying thermal insulation // International Journal for Quality Research. 2021. Т. 15. № 4. P. 1263–1276.
13. Li He., Díaz H., Guedes Soares C. A failure analysis of floating offshore wind turbines using AHP-FMEA methodology // Ocean Engineering. 2021. Vol. 234. P. 109261.
14. Qin J., Xi Ya., Pedrycz W. Failure mode and effects analysis (FMEA) for risk assessment based on interval type-2 fuzzy evidential reasoning method // Applied Soft Computing. 2020. Vol. 89. P. 106134.
15. Sujath R., Chatterjee J.M., Hassanien A.E. A machine learning forecasting model for COVID-19 pandemic in India // Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. 2020. Vol. 34, № 7. P. 959–972.
16. Wu D., Tang Y. An improved failure mode and effects analysis method based on uncertainty measure in the evidence theory // Quality and Reliability Engineering International. 2020. Vol. 36, № 5. P. 1786–1807.
17. Zhou B., Chen J., Wu Q., Pamučar D., Wang W., Zhou L. Risk priority evaluation of power transformer parts based on hybrid FMEA framework under hesitant fuzzy environment // Facta Universitatis. Series: Mechanical Engineering. 2022. Vol. 20, № 2. P. 399.

Для цитирования
Бочкарева Е.П. Верификация углеродного следа как элемент реализации целей устойчивого развития предприятия / Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки III», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 161–165.

УДК 502.131.1:621.3

ВЕРИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА КАК ЭЛЕМЕНТ РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Бочкарева Е.П., *канд. экон. наук, директор отраслевых программ оценки соответствия, Ассоциация по сертификации «Русский Регистр», г. Санкт-Петербург*

В статье рассматриваются вопросы верификации углеродного следа продукции как важного элемента реализации целей устойчивого развития. Анализируются международные подходы к применению международных стандартов, включая ISO 14067, ISO 14064, GHG Protocol, методические рекомендации МГЭИК и другие. Особое внимание уделено системе оценки соответствия качества МЭК IECQ, в рамках которой возможно прохождении верификации углеродного следа продукции отечественными предприятиями.

Ключевые слова: углеродный след, верификация, качество, система менеджмента, ISO 14067, IEC, IECQ, Product Category Rules (PCR), цели устойчивого развития, парниковые газы.

VERIFICATION OF THE CARBON FOOTPRINT AS AN ELEMENT OF THE IMPLEMENTATION OF THE COMPANY'S SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Bochkareva E.P., *candidate of economic sciences, industry-specific conformity assessment director, Certification Association "Russian Register", St. Petersburg*

The article discusses the issues of verifying the carbon footprint of products as an important element of the implementation of the Sustainable Development Goals. The international approaches to the application of international standards including ISO 14067, ISO 14064, GHG Protocol, IPCC guidelines and others are analyzed. Particular attention is given to the IECQ conformity assessment system, within which verification of the carbon footprint of products by domestic enterprises is possible.

Keywords: carbon footprint, verification, quality, management system, ISO 14067, IEC, IECQ, Product Category Rules (PCR), sustainable Development Goals, greenhouse gases.

В 2015 году всеми государствами – членами ООН была утверждена повестка дня в области устойчивого развития до 2030 года, которая стала стратегическим планом, ориентированным на обеспечение мира, устойчивого экономического развития и сохранение экологического баланса на планете. В основу повестки легли 17 Целей устойчивого развития (далее – ЦУР, SDGs), представляющие собой интегрированный набор задач, охватывающих ключевые сферы общественной жизни: снижение уровня бедности, обеспечение равных возможностей, укрепление систем здравоохранения и образования, развитие экономики на принципах устойчивости, а также противодействие изменению климата и сохранение природных морских и лесных экосистем [4]. Особую значимость в контексте рассматриваемой темы статьи имеет Цель 13: «Принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями». Согласно документам ООН, Цель рассматривается не только как декларация или формальное заявление, но и как практический ориентир для государств и бизнеса. Она предполагает сокращение выбросов парниковых газов, внедрение ответственных моделей производства и потребления, а также использование механизмов верификации климатической отчетности на разных уровнях управления.

Причины, по которым предприятия выбирают следовать ЦУР, разные, но, как правило, направлены на развитие отношений потребителями, повышение имиджа и инвестиционной привлекательности предприятия.

Одним из действенных способов укрепления доверия и повышения лояльности со стороны потребителей выступает развитие и постоянное совершенствование систем менеджмента (далее – СМ) предприятий. Современные подходы к организации СМ базируются на международных стандартах, которые аккумулируют лучшие мировые практики в области минимизации негативного воздействия производственной деятельности на окружающую среду, учета социальных факторов и формирования объективных показателей результативности. Внедрение таких стандартов позволяет организациям не только продемонстрировать приверженность принципам устойчивого развития, но и обеспечивать прозрачность в отношениях с заинтересованными сторонами, что особенно важно в условиях растущих требований к экологической и нефинансовой отчетности.

Особое место среди данных документов занимает ISO 14067 «Газы парниковые. Углеродный след продукции. Требования и руководящие указания по количественному определению». Этот стандарт закрепляет основные правила и методические подходы к расчету выбросов парниковых газов (далее – ПГ), возникающих на протяжении всего жизненного цикла продукции: начиная от этапа добычи и переработки сырья, продолжая стадиями производства и транспортировки, заканчивая утилизацией или переработкой [2]. Таким образом, ISO 14067 формирует основу для объективной количественной оценки экологического следа продукции и выступает важным инструментом как для производителей, так и для потребителей, заинтересованных в достоверной информации о воздействии товара на окружающую среду.

Наряду с ним значимую роль играет серия стандартов ISO 14064, ориентированных на количественную оценку, мониторинг и отчетность о выбросах парниковых газов на уровне организаций и отдельных проектов. В практической деятельности широкое распространение получил также международный свод методик GHG Protocol (англ. Greenhouse Gas Protocol), который стал глобальной основой для унификации расчетов и представления данных о ПГ. Он используется компаниями по всему миру для формирования сопоставимой отчетности, необходимой как для внутренних целей управления, так и для внешнего раскрытия информации.

Наконец, следует упомянуть рекомендации Межправительственной группы экспертов по изменению климата (далее – МГЭИК, англ. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). Данная организация была создана в 1988 году по инициативе Всемирной метеорологической организации и согласно Программе ООН по окружающей среде, а позднее поддержана Генеральной Ассамблеей ООН. МГЭИК выполняет ключевую роль в оценке глобальных рисков, связанных с изменением климата, вызванным антропогенными факторами, и разрабатывает методические основы для инвентаризации и расчета выбросов ПГ. Наработанные рекомендации МГЭИК применяются как в национальном, так и в корпоративном контексте, обеспечивая единообразие подходов и научную обоснованность процедур оценки углеродного следа.

Мировая практика демонстрирует быстрое развитие систем углеродного регулирования, включая обязательную и добровольную отчетность по выбросам. Однако вариативность расчетов, стандартов, подходов, отраслевой специфики затрудняют прозрачность, достоверность, сравнимость результатов, предоставленных в отчетах.

В Российской Федерации в соответствии с Приказом Минприроды № 371 от 27 мая 2022 года крупные предприятия обязаны вести расчет и предоставлять отчетность по прямым выбросам ПГ [3]. К числу таких предприятий относятся те, чьи выбросы превышают установленные пороговые значения по основным видам парниковых газов: углекислому газу (CO_2), метану (CH_4), закиси азота (N_2O) и фторсодержащим газам. Отчетность включает информацию о годовых объемах выбросов, методах их измерения и контроля, а также данные о мерах по снижению выбросов. Данное требование направлено на формирование

достоверной и прозрачной базы данных о выбросах ПГ, что необходимо для эффективного климатического регулирования, планирования государственной экологической политики и мониторинга выполнения национальных целей по сокращению выбросов. Кроме того, предусмотрено, что компании обязаны хранить документацию и расчеты, подтверждающие достоверность представленных данных, что повышает уровень контроля со стороны государства и способствует снижению экологических рисков.

В то же время всем известны случаи так называемого «гринвошинга» (англ. greenwashing) – осознанного искажения или преувеличения экологических характеристик продукции и деятельности компании в маркетинговых целях. Упаковка и заявления могут включать использование приставок «эко», «био», «зеленый» и т.п. без наличия объективных, подтвержденных данных, проведения соответствующей оценки соответствия, что вводит потребителей в заблуждение. Более того, в ряде стран гринвошинг может расцениваться как форма недобросовестной конкуренции или даже как нарушение законодательства о защите прав потребителей и о рекламе, что чревато не только репутационными, но и юридическими последствиями для бизнеса. Использование «эко»-маркировки без проведения оценки соответствия и реального подтверждения соответствия требованиям привело к резкому снижению доверия к таким заявлениям. В ответ на это в современной практике растет интерес к подтверждению заявлений и соответствию требованиям международных стандартов через верификацию в независимых экспертных организациях.

В связи с этим особое значение приобретают инструменты верификации и валидации данных об углеродном следе, позволяющие обеспечить их достоверность и прозрачность.

В ответ на запрос мирового экспертного сообщества, связанный с необходимостью достоверного и сопоставимого подтверждения экологических характеристик продукции, Международная электротехническая комиссия (IEC, далее – МЭК) – признанная международная организация в сфере стандартизации и оценки соответствия – разработала и запустила перспективную программу по верификации углеродного следа продукции. Данная программа получила название Carbon footprint of product verification statements (далее – CFP) и ориентирована на применение во всех отраслях экономики, где возникает необходимость оценки и подтверждения углеродного следа продукции на протяжении ее жизненного цикла. Программа действует в рамках Системы оценки соответствия качества IEC (IEC Quality Assessment System, далее – IECQ).

Система IECQ представляет собой уникальный механизм оценки соответствия, который по своей структуре и представительству участников не уступает крупнейшим международным системам аккредитации. Более того, по ряду направлений IECQ демонстрирует лидерские позиции, так как делает акцент на углубленной отраслевой специализации и детализированной оценке деятельности конкретных организаций-заявителей. Такой подход позволяет учитывать специфику продукции, производственных процессов и требований рынка, что делает результаты проверки более релевантными и практически значимыми.

Особо следует подчеркнуть, что в условиях сложной геополитической обстановки и введенных экономических санкций многие международные организации приняли решение прекратить сотрудничество с Российской Федерацией в одностороннем порядке. Однако МЭК, как и Международная организация по стандартизации (сокр. ISO), сохранили нейтральную позицию и продолжает сотрудничать с официальными представителями РФ и взаимодействовать с российскими экспертами и организациями.

Координацию деятельности Российской Федерации в МЭК осуществляет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (сокр. Росстандарт), благодаря которому удалось восстановить членство РФ в международной системе IECQ на правах полноправного участника. Это решение открыло возможность для российских органов по сертификации вновь включиться в международные процессы и предоставлять российским предприятиям сертификаты, признаваемые во всем мире.

Функционирование системы IECQ обеспечивается деятельностью одобренных органов по сертификации и централизованной онлайн-платформой, содержащей открытую базу

выданных сертификатов и верификационных заключений. Такая система не только гарантирует прозрачность и доступность информации, но и значительно повышает доверие со стороны потребителей, партнеров и регуляторов к результатам пройденной оценки соответствия и верификации.

Процедура проверки углеродного следа продукции в рамках Системы IECQ представляет собой проведение независимой верификации, что означает объективную оценку третьей стороной корректности методологии и полноты исходных данных, использованных предприятием при расчете углеродного следа продукции. Это позволяет удостовериться, что предприятие применяет стандартизированные и признанные подходы, исключающие произвольные или искаженные трактовки. Одобренные IECQ органы по сертификации имеют возможность выдавать официальные международные заключения МЭК, подтверждающие соответствие расчетов требованиям ISO 14067. Итогом такого процесса становится регистрация заключения в системе онлайн-сертификатов IECQ, что обеспечивает его признание на глобальном уровне и служит дополнительным инструментом укрепления конкурентоспособности предприятия [1].

Прохождение верификации в Системе IECQ по стандарту ISO 14067 и любым правилам для группы однородной продукции позволит получить заключение по верификации с включением в международную базу МЭК, которое признается не только на территории РФ, но и во всем мире. Под группой однородной продукции понимаются товары, объединенные общими характеристиками и технологическими процессами, что обеспечивает сопоставимость их углеродного следа и корректность проведения оценки. Для каждой такой группы формируются так называемые «правила для группы однородной продукции» от англ. Product Category Rules (сокр. PCR), представляющие собой документ, уточняющий общие положения ISO 14067 и устанавливающий конкретные методические требования к расчету углеродного следа. Правила для группы однородной продукции определяют границы жизненного цикла продукции, функциональные единицы, перечень учитываемых процессов и особенности сбора данных.

Следует отметить, что для каждой конкретной продукции применяется соответствующий документ или ряд документов. Например, для бумажной и упаковочной продукции действует документ PCR 2019:13 (Being updated – Packaging 1.1.3), который регламентирует методику расчета углеродного следа именно для этой товарной категории. Наличие правил для группы однородной продукции обеспечивает стандартизированный и сопоставимый подход к верификации продукции, что делает полученные результаты прозрачными, верифицируемыми и признаваемыми. Полный перечень существующих правил для группы однородной продукции размещен на официальном сайте IECQ в разделе «IEC GHG Verification resource centre», что обеспечивает свободный доступ к актуальной нормативной информации.

В 2024 году секретариат IECQ принял решение о расширении международной аккредитации Ассоциации по сертификации «Русский Регистр» на программу по верификации углеродного следа продукции. Этот шаг стал значимым этапом для российского экспертного сообщества, так как предоставил одной из крупнейших отечественных организаций право выдачи предприятиям сертификатов IEC/IECQ, которые имеют высокий международный статус, а также способствуют повышению зрелости процессов и престижа соответствующей отрасли работы этих предприятий. Для российских предприятий это открывает новые возможности – от интеграции в глобальные цепочки поставок до привлечения устойчивого финансирования и укрепления позиций на международных рынках, где все большее значение придается экологическим аспектам производства.

Верификация углеродного следа продукции по международно признанному стандарту ISO 14067 в рамках Системы IECQ, позволяет компаниям предоставлять объективно подтвержденную информацию о степени экологичности своей продукции, тем самым укрепляя доверие со стороны потребителей, партнеров и регуляторов. Верификация становится не только инструментом обеспечения прозрачности, но и эффективной защитой от

рисков, связанных с обвинениями в экологической недостоверности. Независимая оценка помогает выявить области, требующие улучшения в управлении углеродным следом предприятия и снизить риск завышения или занижения данных о выбросах, способствует улучшению репутации предприятия, обеспечивает более высокий уровень подотчетности и помогает гарантировать, что организации выполняют свои обязательства по сокращению углеродного следа и решению проблемы изменения климата. Программа IECQ CFP предусматривает обязательную проверку исходных данных и методологии расчетов, проведение независимого аудита, регистрацию заключений в международном онлайн-реестре IECQ, а также возможность применения маркировки «Carbon Footprint Verified». Эти меры обеспечивают сопоставимость и воспроизводимость результатов, что значительно снижает риск недобросовестных экологических заявлений.

Программа IECQ CFP способствует осуществлению ЦУР 13, обеспечивая доверие к верификационным заключениям производителей о снижении углеродного следа и способствует предотвращению практики гринвошинга. Более того, верификация углеродного следа продукции в Системе IECQ вносит вклад в реализацию ЦУР 11 (обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов) и ЦУР 12 (обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства) [5], создавая инфраструктуру ответственности в глобальных цепочках поставок.

С глобального уровня указанные ЦУР находят свое практическое применение на уровне предприятий, которые все чаще рассматривают экологическую и климатическую ответственность как неотъемлемую часть корпоративной стратегии и конкурентного позиционирования.

Верификация углеродного следа в международно признанной системе оценки соответствия представляет собой важный инструмент обеспечения климатической ответственности, устойчивого управления и реализации ЦУР на предприятиях, благодаря которому предприятия получают доступ к устойчивым источникам финансирования, новым рынкам, повышают удовлетворенность потребителей и формируют долгосрочную стратегическую устойчивость.

Список литературы

1. Бочкарева Е. П. Оценка соответствия качества работы поставщиков в рамках циркулярной экономики // Стандарты и качество. – 2024. – № 6 (1044). – С. 37–39.
2. ISO 14067:2018. Greenhouse gases. Carbon footprint of products. Requirements and guidelines for quantification and communication. – Geneva: International Organization for Standardization, 2018. – 53 p.
3. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 27 мая 2022 г. № 371 «Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов». – М., 2022.
4. Резолюция 70/1 Генеральной Ассамблеи ООН от 25 сентября 2015 г. «Преобразование мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года». – Нью-Йорк: ООН, 2015. – 41 с.
5. Цели в области устойчивого развития [Электронный ресурс] // Официальный сайт Организации Объединенных Наций. – URL: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/ (дата обращения: 02.09.2025).

References

1. Bochkareva E.P. Assessment of the quality compliance of suppliers' work within the framework of the circular economy – *Standards and Quality*, 2024, no. 6 (1044), pp. 37–39.
1. ISO 14067:2018, *Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification and communication*, Geneva, International Organization for Standardization, 2018, 53 p.
2. Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation, Order No. 371 of May 27, 2022 "On approval of methodologies for the quantitative determination of volumes of greenhouse gas emissions and removals", Moscow, 2022.
3. United Nations General Assembly, Resolution 70/1 of 25 September 2015 "Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development", New York, United Nations, 2015, 41 p.
4. United Nations, *Sustainable Development Goals*, Available at: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/ (accessed 2 September 2025).

Для цитирования
Геранина Л.А., Денискин Ю.И. Анализ и стандартизация измерительных процессов для управления качеством производственных процессов в ракетно-космической отрасли / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 166–169.

УДК 004.9

АНАЛИЗ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Геранина Л.А., *аспирант, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва*
Денискин Ю.И., *д-р техн. наук, профессор, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва*

Статья посвящена совершенствованию процессов обеспечения единства измерений в условиях роста сложности и разнообразия измерительных задач. Рассматриваются принципы и подходы методологической основы контроля измерений технологических процессов, особое внимание уделено анализу измерительных систем (MSA). Приводятся основные методы анализа, включая оценку повторяемости и воспроизводимости (GR&R), анализ линейности и смещения, а также использование статистического управления процессом (SPC). Обосновывается важность регулярного проведения анализа измерительных систем для повышения точности измерений, минимизации потерь и оптимизации затрат на предприятиях.

Ключевые слова: метрологическое обеспечение, система менеджмента качества, **а**нализ измерительных систем, достоверность измерений, предиктивная аналитика

ANALYSIS AND STANDARDIZATION OF MEASUREMENT PROCESSES FOR QUALITY MANAGEMENT IN THE ROCKET AND SPACE INDUSTRY

Geranina L.A., *Postgraduate Student, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow*
Deniskin, Y.I., *Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow*

The article is devoted to improving the processes of ensuring measurement unity in conditions of increasing complexity and diversity of measurement tasks. The principles and approaches of methodological basis for controlling technological process measurements are considered, with special attention given to analysis of measuring systems (MSA). The main methods of analysis are presented, including evaluation of repeatability and reproducibility (GR&R), linearity and bias analysis, as well as statistical process control (SPC). The importance of regular implementation of measuring system analysis for enhancing measurement accuracy, minimizing losses, and optimizing costs at enterprises is substantiated.

Keywords: metrological support, quality management system, measurement system analysis, measurement reliability, predictive analytics

Развитие ракетно-космической отрасли (РКО) и освоение космоса является одним из приоритетных направлений государственной политики Российской Федерации. Достижение поставленных целей требует обеспечения высокого уровня качества производственных процессов. Повышение качества, надежности и конкурентоспособности продукции РКО представляет собой комплексную задачу, зависящую от множества факторов, среди которых

ключевое значение имеет уровень метрологического обеспечения как составная часть технологической подготовки производства.

В ходе повседневной деятельности руководители метрологических служб предприятий сталкиваются с рядом проблем, связанных с управлением данными и принятием управленческих решений, от эффективности которых напрямую зависят результаты деятельности предприятия. Для руководителя метрологической службы принципиально важно осознавать, что вопросы повышения качества продукции решаются в рамках функционирования системы менеджмента качества (СМК) организации, соответствующей требованиям международных стандартов серии ISO 9000 и отраслевых нормативов.

Ключевым элементом СМК является система метрологического обеспечения, выполняющая информационно-аналитическую функцию в управлении и совершенствовании производственных процессов, а также в обеспечении результативности самой СМК. Высокое качество выпускаемой продукции определяется стабильностью производства, корректностью разработки технологических процессов, программ и методик испытаний, что невозможно без достоверной информации о качестве исходных материалов, режимах и параметрах технологических операций. Результаты измерений обеспечивают контроль стабильности технологических процессов, а также входной и выходной контроль продукции.

В настоящее время при сертификации СМК организаций применяются требования стандарта ГОСТ Р ИСО 9001–2015 [1]. Согласно разделу 7.1.5.1 «Управление техническими средствами для мониторинга и измерений» технические средства классифицируются по категориям в зависимости от их назначения и применимости. Однако анализ нормативных требований и практики сертификации показывает, что проверке соответствия подвергаются не все положения, регламентирующие метрологическое обеспечение организации в рамках обеспечения единства измерений. Это не позволяет в полной мере оценить фактическое состояние метрологического обеспечения и, следовательно, результативность функционирования СМК.

Процедура сертификации охватывает преимущественно технические средства измерений, в то время как стандарт ГОСТ Р ИСО 9001–2015 не содержит прямых требований к организации и проведению метрологического надзора, экспертизы конструкторской и технологической документации, разработке и аттестации методик измерений. Соответственно, данные аспекты остаются вне рамок оценки при сертификации.

При этом проведение измерений на всех этапах жизненного цикла продукции должно осуществляться с применением средств измерений утвержденного типа, прошедших поверку. Все технические средства измерений обладают совокупностью характеристик, полнота сведений о которых определяет возможности и надежность всего измерительного комплекса.

В ракетно-космической отрасли измерения играют ключевую роль, являясь основой количественной оценки качества продукции. Они охватывают параметры составных частей, комплектующих, технологических процессов и режимов испытаний. По экспертным оценкам, на предприятиях в среднем на долю контрольно-измерительных операций приходится около 30% рабочего времени, а в высокотехнологичных отраслях, таких как ракетно-космическая, приборостроительная и машиностроительная, этот показатель достигает 45%.

Рост сложности и разнообразия измерительных задач обусловливает необходимость совершенствования процессов обеспечения единства измерений для повышения результативности и эффективности СМК. Методологическая основа контроля измерений технологических процессов включает ряд принципов и подходов, направленных на обеспечение точности, надежности и воспроизводимости результатов. Одним из таких подходов является анализ измерительных систем (АИС, Measurement System Analysis – MSA).

АИС представляет собой метод оценки приемлемости измерительной системы на основе количественного анализа ее характеристик. По сути, понятие АИС эквивалентно понятию «процесс измерений», под которым понимается совокупность операций, необходимых для определения значения физической величины, а также факторов, влияющих на результат измерений – измерительного оборудования, фиксирующих устройств, методик проведения

измерений, программного обеспечения, изменчивости измеряемых характеристик, характеристик персонала, условий окружающей среды и др.

Определение термина «процесс измерений», приведенное в ГОСТ Р ИСО 9000 и ГОСТ Р ИСО 10012 [2], было уточнено и дополнено перечнем факторов, влияющих на результат измерений. Использование данного термина вместо «измерительная система» (применяемого, например, в ГОСТ Р 56176) [3] позволяет исключить неоднозначность толкования понятий.

Для предприятий ракетно-космической отрасли метод АИС [4] является эффективным инструментом совершенствования процессов СМК, основанных на статистических данных. Он позволяет оценивать не только методы испытаний и средства измерений, но и весь процесс получения достоверных данных, используемых при анализе качества и выявлении причин ошибок измерений. АИС, являясь ключевым элементом методологии Six Sigma, играет важную роль в обеспечении надежности и безопасности функционирования производственных систем.

Применение методов АИС позволяет предприятиям объективно оценивать надежность измерительных систем, выявлять направления для их совершенствования и принимать более обоснованные управленческие решения на основе достоверных данных. Существенную роль в повышении эффективности управления качеством продукции играет также предиктивная аналитика, представляющая собой совокупность методов автоматизированного анализа статистических данных, полученных в том числе с использованием АИС. Применение предиктивной аналитики обеспечивает своевременную адаптацию производственных процессов к изменениям, способствует предотвращению возникновения дефектов и снижению рисков, что в конечном счете повышает обоснованность решений, принимаемых в отношении продукции и технологий ее изготовления.

Для измерения выходных параметров (ключевых характеристик) продукции и/или технологического процесса [5] необходимо последовательно выполнить комплекс процедур, включающих: определение параметров и характеристик, отражающих требуемые свойства объекта; установление необходимой степени достоверности измерений, допусков и норм точности; выбор методов и средств измерений, обеспечивающих достижение заданной точности; обеспечение метрологической прослеживаемости средств измерений посредством их периодической поверки или калибровки; учет и создание требуемых условий проведения измерений; обработку полученных результатов и оценку характеристик погрешностей. Указанные процедуры образуют взаимосвязанную систему, нарушение которой, то есть исключение любого из ее элементов, приводит к снижению достоверности измерений, что в конечном счете может обусловить существенные экономические потери и принятие неэффективных управленческих решений.

В заключение следует отметить, что уровень метрологического обеспечения предприятия [6] является одним из ключевых факторов, определяющих качество выпускаемой продукции. В этой связи особую значимость приобретает совершенствование и стандартизация подходов к процессам измерений, основанным на статистических методах, включая анализ системы измерений (MSA) и применение предиктивной аналитики. Реализация данных подходов в комплексе с традиционными элементами метрологического обеспечения способствует повышению надежности измерений и устойчивости производственных процессов, что в конечном итоге обеспечивает рост конкурентоспособности отечественной ракетно-космической техники [7].

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9000–2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
2. ГОСТ Р ИСО 10012–2008 Менеджмент организации. Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию.
3. ГОСТ Р 56176–2014 Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества организаций авиационной, космической и оборонных отраслей промышленности. Управление стабильностью ключевых характеристик.
4. Анализ измерительных систем. MSA. Ссылочное руководство / Пер. с англ. четвертого издания от июня 2010 г. – Н. Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2012. – 452 с. (двуязычное).

5. ГОСТ Р 58125–2018 Национальный стандарт Российской Федерации. Системы космические. Система технологического обеспечения разработки и постановки на производство изделий космической техники. Организация и управление технологической подготовкой производства.
6. ГОСТ Р 8.820–2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение. Основные положения.
7. ГОСТ Р 58046–2017. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества предприятий авиационной, космической и оборонной отраслей промышленности. Перспективное планирование качества продукции. Руководство по анализу процессов измерений.

References

1. GOST R ISO 9000–2015. Quality Management Systems. Fundamentals and Vocabulary.
2. GOST R ISO 10012–2008. Organization Management. Measurement Management Systems. Requirements for Measurement Processes and Measuring Equipment.
3. GOST R 56176–2014. National Standard of the Russian Federation. Quality Management Systems for Organizations of Aircraft, Spacecraft and Defense Industries. Control of Stability of Key Characteristics.
4. Measurement System Analysis (MSA): Reference Handbook / Translated from English Fourth Edition June 2010. – Nizhny Novgorod: OOO SMTs “Priority”, 2012. – 452 pp. (bilingual edition).
5. GOST R 58125–2018. National Standard of the Russian Federation. Space Systems. Technological Support System for Development and Introduction into Production of Space Technology Products. Organization and Management of Technological Preparation of Production.
6. GOST R 8.820–2013. State System for Ensuring Uniformity of Measurements. Metrological Provision. Basic Principles.
7. GOST R 58046–2017. National Standard of the Russian Federation. Quality Management Systems for Enterprises of Aircraft, Spacecraft and Defense Industries. Prospective Product Quality Planning. Guidance on Measurement Process Analysis.

Для цитирования
Гололобов Д.В., Абдуллаева М.М. Единый подход к маркировке металлорежущего оборудования в условиях технологической разнородности станочного парка / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 170–174.

УДК 006; 006.3/.8; 005.92

ЕДИНЫЙ ПОДХОД К МАРКИРОВКЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗНОРОДНОСТИ СТАНОЧНОГО ПАРКА

Гололобов Д.В., *ст. преподаватель, РГУ(НИУ) нефти и газа им. И.М. Губкина, г. Москва*
Абдуллаева М.М., *студентка, РГУ(НИУ) нефти и газа им. И.М. Губкина, г. Москва*

В статье рассматривается проблема несогласованности подходов к маркированию металлорежущего станочного парка в условиях значительной доли устаревшего оборудования и преобладания импортных станков. Анализируются исторические классификационные системы Л.Н. Кошкина и И.И. Артоболевского, выявляются их сильные и слабые стороны, а также возможности их интеграции. На основе синтеза этих подходов и действующих ГОСТов предложен иерархический формат унифицированной маркировки станков, включающий шесть уровней: технологическая группа, метод формообразования, степень специализации, класс точности, тип управления и основной технологический параметр. Предложенный формат обеспечивает однозначную идентификацию оборудования, способствует созданию цифровых паспортов станков и их интеграции в современные системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТПП)

Ключевые слова: металлорежущее оборудование, маркировка станков, унифицированная система обозначений, иерархическая структура маркировки, интеграция в САПР ТПП.

UNIFIED APPROACH TO MARKING METAL-CUTTING EQUIPMENT IN CONDITIONS OF TECHNOLOGICAL HETEROGENEITY OF THE MACHINE PARK

Gololobov D.V., *Senior Lecturer, Gubkin Russian State University (National Research University) of Oil and Gas, 65 Leninsky Avenue, Moscow*

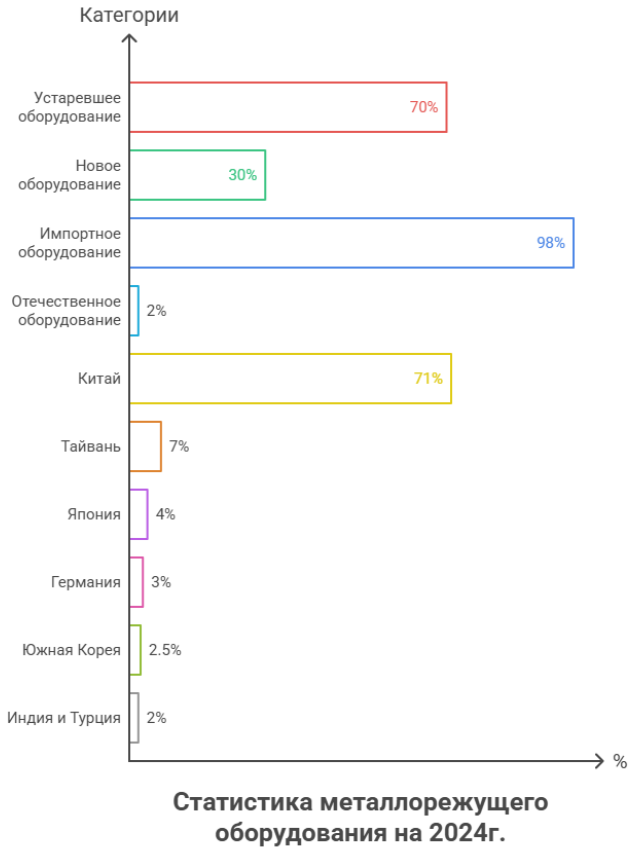
Abdullaeva M.M., *Student, Gubkin Russian State University (National Research University) of Oil and Gas, 65 Leninsky Avenue, Moscow*

The article addresses the lack of a consistent methodology for marking metal-cutting machine tools, a problem exacerbated by the high proportion of obsolete equipment in service and the overwhelming prevalence of imported machines among newly commissioned units. The historical classification frameworks developed by L.N. Koskin and I.I. Artobolevsky are critically examined, with their respective strengths, limitations, and potential for synergistic integration identified. Building upon a methodological synthesis of these classical approaches and current GOST standards, a hierarchical structure for a unified machine tool designation system is proposed. This structure comprises six hierarchical levels: technological group, forming method, degree of specialization, accuracy class, control system type and primary technological parameter. The proposed marking format enables unambiguous identification and classification of machine tools regardless of age, country of origin, or control architecture. Furthermore, it provides a standardized foundation for the development of digital machine passports and their seamless integration into modern Computer-Aided Process Planning (CAPP) systems.

Keywords: metal-cutting equipment, marking of machines, unified system of designations, hierarchical structure of marking, integration into CAPP systems.

На сегодняшний день маркирование станочного парка представляет собой определенную проблематику. Статистические данные на 2024 отчетный год выглядят таким образом: основную часть парка оборудования (около 70%) составляют старые станки со сроком эксплуатации 20 лет и более, в свою очередь новое оборудование, вводимое или введенное в эксплуатацию, составляет около 30%, и, по данным статистики, из них 98% составляют станки импортного производства и только около 2% составляет доля отечественного производства [1]. При этом наибольший объем импортируемых станков приходится на Китай – 71%, еще 7% оборудования поставил Тайвань, 4% – Япония, 3% – Германия, 2,5% – Южная Корея, по 2% – Индия и Турция (см. рисунок).

На обобщенном графике видно, что текущий парк эксплуатируемого оборудования разный, а подходы к маркированию оборудования на рынке не имеют общей тенденции. Обусловлено это состояние тем, что маркировка старого оборудования осуществлялась по требованиям советских стандартов и с учетом того уровня развития промышленности и конструкторских решений, заложенных в оборудование. Современные производители при маркировании оборудования могут не использовать старые принципы в обозначениях станков в силу того, что современное станкостроение ушло далеко вперед, а старые подходы уже не учитывают особенностей нового оборудования. В свою очередь, иностранные производители станков не подчиняются требованиям российских нормативных документов в маркировании продукции и зачастую в маркировку вносят удобную для себя информацию. Это создает определенную сложность потребителю в определении и классификации оборудования. Целью исследования являлось формирование общих подходов к маркированию данного вида продукции в ключе единого понимания маркировки применительно к единице оборудования.



Статистические данные парка эксплуатируемого оборудования на 2024 год

Для реализации поставленной цели были проведены исследования в историческом аспекте разработки подхода в обозначении оборудования в СССР. Основоположниками подхода в классификации металлорежущих станков можно по праву считать двух

талантливых конструкторов и производственников – Кошкина Л.Н. и Артоболевского И.И. Работая в разные исторические годы, каждый из них сформулировал собственный подход в данном вопросе. Подробный анализ их трудов и результатов проводился по разным критериям и с учетом того факта, что каждый из них закладывал в те или иные термины и определения своей классификации. Укрупненные критерии их работы можно сравнительно представить следующим образом (табл. 1):

Таблица 1

Сравнительный анализ подходов к классификации металлорежущего оборудования

Критерий	**Артоболевский И.И.**	**Кошкин Л.Н.**
Основа классификации	Кинематика и геометрия обработки	Технология и эксплуатационные свойства
Главный признак	Тип обрабатываемой поверхности	Вид обработки (токарная, фрезерная и др.)
Метод анализа	Упор на движение инструмента и заготовки	Упор на конструкцию и применение
Критерий	Артоболевский И.И.	Кошкин Л.Н.
Автоматизация	Рассматривается как часть кинематической цепи	Отдельный эксплуатационный параметр

Ключевое различие между подходами Л.Н. Кошкина и И.И. Артоболевского заключается в методологическом базисе их систем. Это говорит о том, что при разработке норматива для единого подхода в маркировании станков следует учитывать уже существующие подходы, а задачу – свести к объединению подходов и дополнению недостающих элементов классификации. В рамках выполняемой исследовательской работы были рассмотрены ключевые аспекты каждого подхода к классификации:

1. Кошкин строил систему на практических параметрах, определяющих применение станка в производстве. Его классификация отвечала на вопрос: «Как станок используется в реальных условиях?»

Ключевые аспекты:

- вид обработки (токарная, фрезерная и др.) – базовый критерий, так как определяет назначение станка;
- эксплуатационные свойства (точность, производительность, автоматизация) – для оценки эффективности в конкретном производстве;
- конструктивные особенности (компоновка, габариты) – как они влияют на удобство и функциональность.

2. Основа классификации у Артоболевского: кинематико-геометрический подход, в котором он делал акцент на физических принципах работы станков.

Ключевые аспекты:

- тип обрабатываемой поверхности (цилиндр, плоскость, зубья) – отправная точка классификации;
- метод формообразования (копирование, огибание, касание) – анализ кинематических цепей;
- точность – через жесткость и погрешности движущихся узлов.

В результате, сравнивая два подхода, можно сказать, что каждый из них обладает как сильными, так и слабыми сторонами (табл. 2).

Таблица 2

Сильные и слабые стороны подходов

	Кошкин Л.Н.	**Артоболевский И.И.**
Сильные стороны	– Понятна инженерам-практикам – Прямо связана с выбором оборудования под задачи производства	– Научная строгость (связь с теорией механизмов и машин) – Универсальность для анализа новых типов станков (например, с ЧПУ)
Слабые стороны	– Менее строгая теоретическая база (например, нет четкой связи с кинематикой)	– Сложность прикладного применения (например, при подборе оборудования для цеха)

На сегодняшний день металлорежущее оборудование имеет широкий спектр различного рода станков с большим количеством вариаций исполнения и широкий спектр производителей, поэтому задача подведения общей нормативной базы для формирования единой маркировки является достаточно непростой. Чтобы охватить основную массу оборудования, в рамках исследования предлагается ввести иерархическую структуру маркировки, которая должна содержать в себе несколько уровней (табл. 3).

Таблица 3

Иерархические уровни описания маркировки металлорежущих станков

Уровень	Содержание	Источник	Пример кода
Л1	Технологическая группа (по виду обрабатываемой поверхности)	Артоболевский + ГОСТ 4.93-86	1 – тела вращения
Л2	Метод формообразования	Артоболевский	О – огибание, К – копирование
Л3	Степень специализации	Кошкин / Артоболевский	У – универсальный, S – специализированный
Л4	Класс точности	ГОСТ 8-82, ГОСТ 27843-2006	П-А
Л5	Тип управления и уровень автоматизации	Кошкин + ГОСТ 23597–79	Ф3 – контурное ЧПУ
Л6	Основной технологический параметр (размерный ряд)	ГОСТ 4.93–86	200 – диаметр 200 мм

Тогда формат записи маркировки будет выглядеть следующим образом: [Группа][Метод][Специализация][Параметр][Управление][Точность] (табл. 4).

Таблица 4

Примеры маркировок станков по выделенному формату

Обозначение	Расшифровка
1КУ200Ф3П	Тела вращения (1), копирование (К), универсальный (У), Ø200 мм (200), контурное ЧПУ (Ф3), повышенная точность (П)
3ОС150Ф2В	Плоские поверхности (3), огибание (О), специализированный (S), рабочая зона 150 мм, позиционное ЧПУ (Ф2), высокая точность (В)
4КУ125Н	Отверстия (4), копирование (К), универсальный (У), максимальный диаметр сверления 12,5 мм, ручное управление, нормальная точность (Н)

Такой подход сводит маркировку оборудования к конечному классу, в котором с выделенными уровнями признаков оборудование различается только типоразмерами, но при этом сохраняет все признаки группы. Это дает предпосылки к дальнейшей разработке норм для формирования цифровых паспортов станков с учетом особенностей конкретного оборудования, формализации описания его свойств, с дальнейшей интеграцией цифрового паспорта станка в системы САПР ТПП.

Список литературы

1. ГОСТ 23597–79. Станки металлорежущие с числовым программным управлением. Обозначение осей координат и направлений движений: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26 апреля 1979 года № 1546: дата введения 1980-07-01. – URL: https://meganorm.ru/Data2/1/4294830/4294830515.pdf (дата обращения: 09.10.2025). – Текст: электронный.
2. ГОСТ 27843–2006. Испытания станков. Определение точности и повторяемости позиционирования осей с числовым программным управлением: утвержден и введен в действие Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации от 24.06.06 № 29: дата введения 2008-01-01. – URL: https://meganorm.ru/Data2/1/4293841/4293841493.pdf (дата обращения: 09.10.2025). – Текст: электронный.
3. ГОСТ 4.93–86. Система показателей качества продукции. Станки металлообрабатывающие. Номенклатура показателей: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30.09.86 № 2940: дата введения 1987-07-01. – URL: https://meganorm.ru/Data2/1/4294824/4294824031.htm (дата обращения: 09.10.2025). – Текст: электронный.
4. ГОСТ 8.82–82. Станки металлообрабатывающие. Общие требования к испытаниям на точность: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 23.09.82 № 3728: дата введения 1983-07-01. – URL: https://meganorm.ru/Index2/1/4294821/4294821376.htm (дата обращения: 09.10.2025). – Текст: электронный.
5. Станкостроение в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL (дата обращения: 09.10.2025).

References

1. GOST 23597–79. Metal-cutting machine tools with numerical control. Designation of coordinate axes and directions of movements. Approved and put into effect by the Decree of the USSR State Committee for Standards No. 1546 of April 26, 1979. Effective date: July 1, 1980. Available at: https://meganorm.ru/Data2/1/4294830/4294830515.pdf (accessed: October 9, 2025).
2. GOST 27843–2006. Machine tool testing. Determination of positioning accuracy and repeatability of numerically controlled axes. Approved and put into effect by the Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification No. 29 of June 24, 2006. Effective date: January 1, 2008. Available at: https://meganorm.ru/Data2/1/4293841/4293841493.pdf (accessed: October 9, 2025).
3. GOST 4.93–86. Product-quality index system. Metal-working machine tools. Nomenclature of quality indicators. Approved and put into effect by the Decree of the USSR State Committee for Standards No. 2940 of September 30, 1986. Effective date: July 1, 1987. Available at: https://meganorm.ru/Data2/1/4294824/4294824031.htm (accessed: October 9, 2025).
4. GOST 8-82. Metal-cutting machine tools. General requirements for accuracy testing. Approved and put into effect by the Decree of the USSR State Committee for Standards No. 3728 of September 23, 1982. Effective date: July 1, 1983. Available at: https://meganorm.ru/Index2/1/4294821/4294821376.htm (accessed: October 9, 2025).
5. Machine Tool Industry in Russia [Electronic resource]. Available at: URL (accessed: October 9, 2025).

Для цитирования
Гусев А.В. Компетенции, инструментарий и индикаторы оперативной работы службы качества поставок машиностроительного производства / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 175–179.

УДК 005.6

КОМПЕТЕНЦИИ, ИНСТРУМЕНТАРИЙ И ИНДИКАТОРЫ ОПЕРАТИВНОЙ РАБОТЫ СЛУЖБЫ КАЧЕСТВА ПОСТАВОК МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Гусев А.В., *аспирант, Самарский государственный технический университет, г. Самара*

В работе представлены основные результаты разработки вопроса, связанного с организацией деятельности специализированной службы по поддержке качества закупаемых компонентов в условиях действующего массового машиностроительного производства, на примере автопроизводителя.

Ключевые слова: конкурентоспособность, качество, машиностроительное производство, процесс закупок.

COMPETENCIES, TOOLS AND INDICATORS OF OPERATIONAL WORK OF THE SUPPLY QUALITY SERVICE OF MACHINE-BUILDING PRODUCTION

Gusev A.V., *Postgraduate student, Samara State Technical University, Samara*

The paper presents the main results of the development of an issue related to the organization of a specialized service to support the quality of purchased components in the current mass machine-building industry, using the example of an automaker.

Keywords: competitiveness, quality, machine-building production, procurement process.

В современных условиях автомобильного производства одним из важных аспектов обеспечения качества продукции является максимальная поддержка автопроизводителей процесса закупок в системе менеджмента качества [1]. В последние годы считается, что актуальным и своевременным организационно-техническим инструментарием обеспечения эффективности качества закупок автокомпонентов является процесс, в рамках которого создается специализированное подразделение по поддержке поставщиков автомобильных компонентов с позиции качества продукции (SQE – Supplier quality engineering).

Переходя к вопросам организации деятельности подразделений управления качеством поставщиков, на первом этапе решим задачу определения количественного состава специалистов, а также определения числа предприятий – поставщиков автомобильных компонентов, которые будут привязаны к одному специалисту перспективной службы [2]. Для решения этой задачи можно рассмотреть опыт служб плановиков, действующих в автомобильном производстве, которые ведут определенное количество номенклатуры изделий в производстве, и естественно, что у всех инженеров-плановиков такое распределение количества номенклатуры должно обеспечивать примерно равные условия работы [5]. В связи с этим рассмотрим на примере бенчмаркинга среднее количество обслуживаемых предприятий одним специалистом, в разрезе централизованной и децентрализованной структуры управления качеством на предприятии (рис. 1). При этом учитываем следующие ключевые факторы, влияющие на интенсивность и объем работы специалистов соответствующих служб предприятий: важность (критичность) поставляемых компонентов;

качество поставляемых компонентов, которое определяет интенсивность работы с поставщиком, в том числе для контроля документации по 8D и проведения аудитов различной формы и содержания; планы по развитию поставщиков; географическая удаленность поставщиков от головного предприятия автопроизводителя; количество новых поставщиков; количество новых модификаций продукции [4].

Рис. 1. Графическая интерпретация результатов бенчмаркингового исследования количества поставщиков, приходящегося на одного специалиста службы управления качеством

Как видно из рисунка, нет больших различий в рассматриваемом вопросе между подразделениями в централизованной и децентрализованной системах управления, действующих на предприятиях-автопроизводителях. В среднем на одного специалиста службы управления качеством поставщиков (плановика) приходится около 20 предприятий. Таким образом, при создании предлагаемой структуры, усиливающей функцию управления качеством работы поставщиков, предлагается распределение около 20 предприятий-поставщиков на одного специалиста [3].

Компетентность специалистов перспективного подразделения по управлению поставщиками автомобильных компонентов является ключевым аспектом обеспечения эффективности взаимодействия между автопроизводителем и поставщиками, а также одним из наиболее важных компонентов, обеспечивающих постоянное улучшение исследуемого процесса. На рис. 2 в виде таблицы предложены компетенции специалистов разрабатываемой службы с привязкой к их уровням освоения специалистами, имеющими различную квалификацию. Предполагается, что минимальная квалификация соответствует специалистам первого уровня, соответственно наилучшая, наиболее высокая – специалистам пятого уровня.

Как показано в таблице, представленной на рис. 2, компетенции специалистов и соответствующие уровни квалификации (с 1 по 5) рассматриваются в разрезе основных процессов деятельности, применяемых в работе инструментов управления качеством, а также с точки зрения технической грамотности, понимания процессов поставщиков и инструментов в области коммуникации и управления.

Направление	Описание компетенций	Предлагаемая оценка уровня	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 4	Уровень 5
Управление/ коммуникация с клиентами/ поставщиками (внутренними и внешними)	Управление коммуникацией с поставщиками как сильная сторона сотрудника: - Убедительность - Уверенность и готовность к сложным переговорам с руководством компаний-поставщиков Развитые навыки командоориентированной коммуникации и взаимодействия с отделом поставок		- Недостаточный уровень уверенности - Поставщик явно имеет преимущество и не уважает инженера по качеству поставок - Избегает взаимодействия с поставщиком за исключением случаев крайней необходимости - некомфортно	- Когда все в порядке, чувствует себя комфортно в общении с руководством поставщика, но не хватает уверенности в условиях сложных переговоров - Приезжает на площадку поставщика в случае необходимости решения ключевых неотложных вопросов	- Чувствует себя уверенно при обсуждении разногласий и высказывании недовольства поставщикам один или два раза - Регулярное общение с поставщиками даже при отсутствии срочных вопросов	- Полная уверенность в условиях сложных переговоров и обработки обращений поставщиков - Регулярное общения с поставщиками - никаких сюрпризов - знает, как обстоят дела у поставщиков по всем направлениям - Пользуется уважением у поставщиков	- Полная уверенность в условиях сложных переговоров и обработки обращений поставщиков - Регулярное общение с поставщиками - никаких сюрпризов - знает, как обстоят дела у поставщиков по всем направлениям - Глубокое знание деталей операционной деятельности поставщика - Является лидером по мнению представителей компании-поставщика
Техническая грамотность/ знание продукта	Руководствуется следующим: - Требования к рабочим характеристикам закупаемых компонентов/услуг - Технические условия, в том числе понимание технических чертежей - Свойства материала - Альтернативные технологии		- Минимальное техническое понимание компонентов	- Понимание основных технических принципов, знание того, как устроен и работает компонент	- Понимание большинства технических принципов - Умеет читать технические чертежи и участвовать в дискуссиях с инженерными службами	- Понимание детальных технических принципов на уровне компонентов и субкомпонентов - Иногда может аргументированно оспаривать мнение инженерных служб	- Понимание детальных технических принципов на уровне компонентов и субкомпонентов, может аргументированно оспаривать мнение инженерных служб - Выступает инициатором дискуссий с инженерным ислужбами и поставщиками
			Начальные теоретические знания (напр., на основании вводного обучения)	Продвинутые теоретические знания (напр., на основании профессионального обучения)	Продвинутые теоретические знания и начальный опыт применения на практике (до 1 года)	Продолжительный опыт применения на практике (1-3 лет)	Обширный опыт применения на практике (более 3 лет)

Рис. 2. Таблица основных компетенций по направлению коммуникации и технической грамотности специалистов службы управления качеством поставщиков автосборочного предприятия

Разработка индикаторов оперативной оценки качества деятельности предприятий – поставщиков автомобильных компонентов. Исходя из высокой значимости процесса оценки деятельности поставщика автомобильных компонентов, с учетом передового опыта в данном направлении можно предложить на обобщенном верхнем уровне комплекс показателей эффективности для современной системы оценки. В общем виде комплекс показателей (рис. 3) должен включать количественные и качественные характеристики.

Группа количественных показателей должна отражать такие индикаторы, которые будут наиболее полно отражать вопросы взаимодействия с поставщиком с точки зрения качества продукции, при этом если поставщик выпускает многономенклатурную продукцию для автопроизводителя, то необходимо обеспечить создание показателей качества по конкретной номенклатуре, а также в общем по всей номенклатуре выпускаемой продукции. Индикаторы качества должны иметь общую структуру расчета, должны быть понятными всем поставщикам, должны обеспечивать адекватность, полноту оценки, и при этом необходимо обеспечить трансформацию таких показателей в целевые значения, устанавливаемые в системе классификации предприятий по подгруппам.

Качественная оценка, является первичной формой определения соответствия предприятия предъявляемым автопроизводителем требованиям. То есть это могут быть аналитические выводы экспертов по результатам проведения различных форм аудитов и сертификаций предприятий. При этом в конечном итоге возможна трансформация качественной информации в количественную посредством применения методов экспертной оценки.

Для оперативной работы с поставщиками предлагается применить следующие группы показателей: ppm в состоянии поставки (для поставщика в целом, для отдельных комплектующих и материалов); ppm в состоянии монтажа, также в разрезе двух направлений оценки (поставщик в целом и для конкретного комплектующего изделия или материала); ppm в состоянии эксплуатации по двум направлениям оценки, здесь также может быть использован индикатор, отражающий приведенный уровень дефектности автомобиля/комплектующего изделия, известный как mis IPTV. Также в качестве количественных индикаторов оперативной

оценки (работы) с поставщиками могут быть использованы показатели: взвешенное число инцидентов в области качества для поставщика или по конкретной номенклатуре производства в установленный отчетный период; временной индикатор, определяющий сроки предоставления отчета 8D при возникновении инцидентов.

Качественные индикаторы, определяющие оперативную работу с поставщиком, должны включать в себя результаты проведения проверок, аудитов, корпоративных сертификаций и, как было показано выше, с использованием экспертных методов обработки качественных результатов могут быть переведены в индикаторы количественные. Перечень оценочных листов соответствия поставщика требованиям автопроизводителя может включать в себя результаты самообследования или корпоративных аудитов различных форм.

Рис. 3. Графическое представление комплексных показателей для оперативной оценки качества деятельности поставщиков автомобильных компонентов

Для организации систем оценок предприятий – поставщиков комплектующих изделий, материалов, а также поставщиков услуг крупных машиностроительных предприятий, часто используется квалиметрическая основа определения веса того или иного показателя в интегральной оценке качества. Причем практика показывает, что применение весовых категорий оценки показателей вовсе не является обязательным элементом системы оценки. Не редко предприятия просто определяют равнозначность всех используемых индикаторов оценки качества деятельности и на основе этого разрабатывают информационные системы поддержки оценки, не учитывающие квалиметрические компоненты оценки. Достоинство такого подхода заключается в том, что такая упрощенная и более прозрачная система оценки, как правило, не создает предпосылок для возможных ошибок при интерпретации и выделении ключевых индикаторов с выработкой управленческого решения в области качества. С другой стороны, такая упрощенность может помешать автопроизводителю в определении акцентов на тех показателях, которые в настоящее время наиболее критично влияют на интегральную оценку качества деятельности отдельных предприятий и компании в целом. Иными словами, применение квалиметрического подхода способствует в виде экспертного назначения весов для отдельных индикаторов оценки качества при формировании итогового интегрального показателя более системно воздействовать на те направления деятельности, которые в настоящее время наиболее важны или критичны в деятельности автопроизводителя.

Исходя из того, что качество продукции поставщика определяет четвертую часть общей оценки его деятельности, которая включает также компоненты, как деятельность по закупкам, техническое обеспечение, логистика и собственно качество, то определяем на первичном этапе формирования подразделений по управлению качеством поставщиков значимость интегрального показателя качества продукции на уровне 25%, то есть равного четвертой части от общей оценки. Для предлагаемых комплексных показателей эффективности определяем вес на уровне 6,25%. При этом, с учетом очевидной связи показателей ppm в состоянии

эксплуатации (для поставщика) и взвешенного значения инцидентов на поставщика, определяем для двух выделенных индикаторов общий совокупный вес на уровне 6,25%. В качестве рекомендации развития предложенных показателей можно определить необходимость уточнения индикаторов ppm в состоянии эксплуатации и взвешенного значения инцидентов на поставщика в части возможного выбора одного из них для дальнейшей работы, того который будет признан в ходе апробации как наиболее подходящий. Соответственно, и второй показатель из предлагаемой группы комплексных показателей можно вывести. Также, конечно, нужно отметить и то, что предложенные индикаторы (КПЭ) не являются исчерпывающими, просто на сегодняшний день, в сегодняшних условиях автомобильного производства именно они позволяют наиболее адекватно управлять сетью предприятий – поставщиков автомобильных компонентов в оперативном порядке.

Таким образом, в работе представлены результаты разработки инструментов поддержки перспективной службы, действующей в рамках системы менеджмента качества автопроизводителя и реализующей функции поддержки предприятия с позиции обеспечения качества автомобильных компонентов, поставляемых в производство. Дальнейшее развитии вопроса, связанного с определением прикладного содержания работы службы поддержки качества SQE, должно определяться на уровне формирования методов и подходов к организации деятельности подразделения, а также посредством формирования стандартов и инструкций, формализующих деятельность подразделения.

Список литературы

1. Козловский, В.Н. Цифровая среда поддержки управления конкурентоспособностью / В.Н. Козловский, Д.В. Айдаров, Д.И. Панюков, М.М. Васильев // Стандарты и качество. 2018. № 6. С. 86–89.
2. Козловский, В.Н. Стратегическое планирование конкурентоспособности с точки зрения качества / В.Н. Козловский, Шанин, С.А. Д.И. Панюков // Стандарты и качество. 2017. № 3. С. 76–80.
3. Козловский, В.Н. Оценка реакции автопроизводителя на запросы потребителей / В.Н. Козловский, Г.Л. Юнак, Д.В. Айдаров, С.А. Шанин // Стандарты и качество. 2017. № 6. С. 80–85.
4. Козловский, В.Н. мониторинг удовлетворенности потребителей качеством автомобилей / В.Н. Козловский, Д.В. Антипов, Д.И. Панюков // Стандарты и качество. 2016. № 6. С. 100–105.
5. Панюков, Д.И. Формирование эффективной FMEA-команды / Д.И. Панюков, В.Н. Козловский, С.А. Шанин // Стандарты и качество. 2017. № 7. С. 68–72.

References

1. Kozlovsky, V.N. Digital environment of competitiveness management support / V.N. Kozlovsky, D.V. Aidarov, D.I. Panyukov, M.M. Vasiliev // Standards and quality. 2018. No. 6. pp. 86–89.
2. Kozlovsky, V.N. Strategic planning of competitiveness from the point of view of quality / V.N. Kozlovsky, Shanin, S.A. D.I. Panyukov // Standards and quality. 2017. No. 3. pp. 76–80.
3. Kozlovsky, V.N. Evaluation of the automaker's response to consumer requests / V.N. Kozlovsky, G.L. Yunak, D.V. Aidarov, S.A. Shanin // Standards and quality. 2017. No. 6. pp. 80–85.
4. Kozlovsky, V.N. monitoring of consumer satisfaction with the quality of cars / V.N. Kozlovsky, D.V. Antipov, D.I. Panyukov // Standards and quality. 2016. No. 6. pp. 100–105.
5. Panyukov, D.I. Formation of an effective FMEA team / D.I. Panyukov, V.N. Kozlovsky, S.A. Shanin // Standards and quality. 2017. No. 7. pp. 68–72.

Для цитирования
Демкин А.С. Актуализация проблемы развития индикаторов мониторинга качества автомобилей в эксплуатации / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 180–185.

УДК 658.562.64

АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНДИКАТОРОВ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЕЙ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Демкин А.С., *аспирант, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара*

Современная автомобильная промышленность сталкивается с необходимостью повышения качества продукции в условиях сложных производственных цепочек и растущего числа дефектов. Анализ статистики крупного российского автопроизводителя выявил наиболее проблемные зоны – двигатель, электрооборудование и ходовую часть, где ключевые подсистемы электрооборудования формируют основную долю дефектов и затрат на устранение. Для решения этих проблем требуется разработка новых инструментов оперативного анализа данных и устранение наиболее слабых мест продукции, что позволит повысить удовлетворенность потребителей и снизить издержки производителя.

Ключевые слова: автомобильная промышленность, качество продукции, дефекты, электрооборудование, статистика обращений, удовлетворенность потребителей.

ACTUALIZATION OF THE PROBLEM OF DEVELOPMENT OF INDICATORS FOR MONITORING THE QUALITY OF VEHICLES IN OPERATION

Demkin A.S., *postgraduate, Samara State Technical University, Samara*

The modern automotive industry is faced with the need to improve product quality in the context of complex production chains and a growing number of defects. An analysis of the statistics of a major Russian automaker has identified the most problematic areas – the engine, electrical equipment and chassis, where key electrical subsystems account for the bulk of defects and repair costs. To solve these problems, it is necessary to develop new tools for operational data analysis and eliminate the weakest points of products, which will increase customer satisfaction and reduce producer costs.

Keywords: automotive industry, product quality, defects, electrical equipment, appeal statistics, customer satisfaction.

Современная автомобильная промышленность стоит на пути трансформации, направленной на повышение качества выпускаемой продукции для обеспечения конкурентоспособности не только на внутренних рынках, но и на международных.

Крайне остро воспринимаются вопросы, затрагивающие способы достижения лояльности потребителей [1]. Уже сформированы и реализованы различные инструменты, применение которых позволяет вывести на новый уровень воспринимаемое качество продукции, формирующей в первую очередь представление об автомобиле.

Глобально можно выделить несколько факторов, влияющих на качество продукции: степень интеграции в процесс производства регламентирующих документов в области качества (ISO 9000, IATF 16949); уровень технического оснащения; квалификация персонала; степень взаимоотношений с поставщиками как автокомпонентов, так и готовых модулей и узлов; уровень работы дилерских центров и сервисов [3].

Стоит отметить, что описанные факторы подразделяются на множество подгрупп ввиду сложности как систем управления, так и технологических процессов. Также дополнительные трудности для повышения качества составляет сама продукция, а если быть точнее, ее специфика и разнообразие. Модельный ряд выпускаемых автомобилей крайне широк, что является несомненным преимуществом для потребителей. Вместе с тем большое количество выпускаемых изделий и их видов напрямую связано с количеством дефектов, разнящихся в зависимости от модели.

Полный перечень узлов и агрегатов невозможно производить в рамках одного предприятия, поэтому среди автопроизводителей принята практика оптимизации производства и сокращения затрат путем привлечения компаний-поставщиков, предоставляющих определенный перечень оборудования для интеграции и создания готового изделия. Данное решение, безусловно, обоснованно, однако описанная выше проблема усугубляется за счет введения промежуточных звеньев в цепочку «автопроизводитель – потребитель» [5].

Ввиду совокупности данных факторов падает удовлетворенность конечного потребителя. Этот факт подтверждается статистикой обращений в дилерские центры. Статистика обращений является одним из наиболее важных факторов в области обеспечения качества – обратная связь от потребителя жизненно необходима для своевременного и продуктивного воздействия на процесс изготовления продукции. Таким образом, статистика обращений выступает в роли наиболее информативного источника, позволяющего делать объективные выводы о ряде проблем у предприятия.

В данной работе были проведены обработка и формализация статистики одного из крупнейших российских автопроизводителей, благодаря чему получены данные по дефектности систем автомобильных узлов и агрегатов, позволяющие судить о причинах и способах реструктуризации в системе производства для улучшения качества выпускаемой продукции и, как следствие, для повышения удовлетворенности потребителя.

Как видно из рис. 1, наиболее подверженные дефектам системы относятся к двигателю, электрооборудованию и ходовой части. Действительно, большая часть оборудования, а также агрегатов и узлов, отвечающих за работоспособность автомобиля, относится к этим системам, поэтому уровень дефектности логичен.

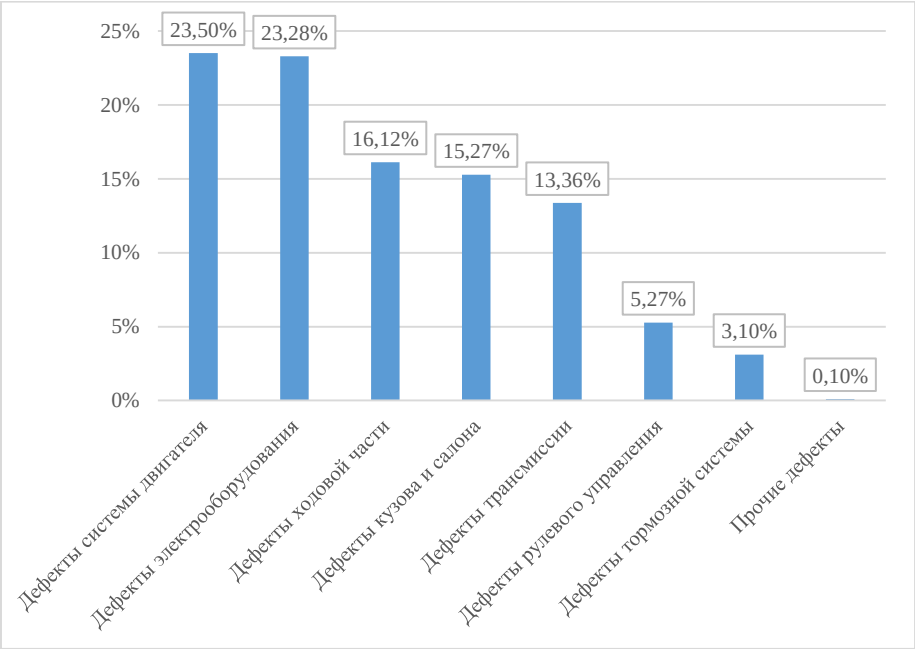


Рис. 1. График распределения дефектов по системам автомобилей

Однако данная статистика не позволяет судить о распределении дефектов во времени и, следовательно, сковывает автопроизводителя, лишь указывая на проблемные зоны. Для

повышения качества продукции недостаточно сухих цифр по дефектам систем, необходим комплексный подход для принятия решений о модернизации процессов производства определенных узлов и агрегатов или оповещении поставщиков, а также принятия решений о дальнейшей стратегии взаимодействия.

Таким образом, возникает необходимость в формировании новых инструментов для проведения углубленного анализа получаемой от дилерских центров статистики. Основными критериями, предъявляемыми к данным инструментам, являются: наглядное отображение широкого спектра информации, касающейся продукции на постпродажном этапе жизненного цикла; возможность гибкой настройки параметров отображаемой информации.

Основную дефектную «нагрузку» среди этих систем (см. рис. 1) несут на себе двигатель и электрооборудование (порядка 46,78% дефектов). На электрооборудование приходится 23,28%, что является весьма значительной величиной.

С учетом тенденции на «цифровизацию» автомобилей весьма предсказуемо, что в ближайшем будущем доля дефектов электрооборудования займет лидирующую позицию на данном графике. В связи с этим рассмотрим дефекты подгрупп, относящихся к электрооборудованию.

С целью создания удобного для применения способа оценки дефектов был проведен анализ имеющейся статистики и на основании экспертной оценки были сформированы группы дефектов электрооборудования, объединяющие в себе основные узлы. После чего была построена поверхность распределения дефектов (рис. 2).

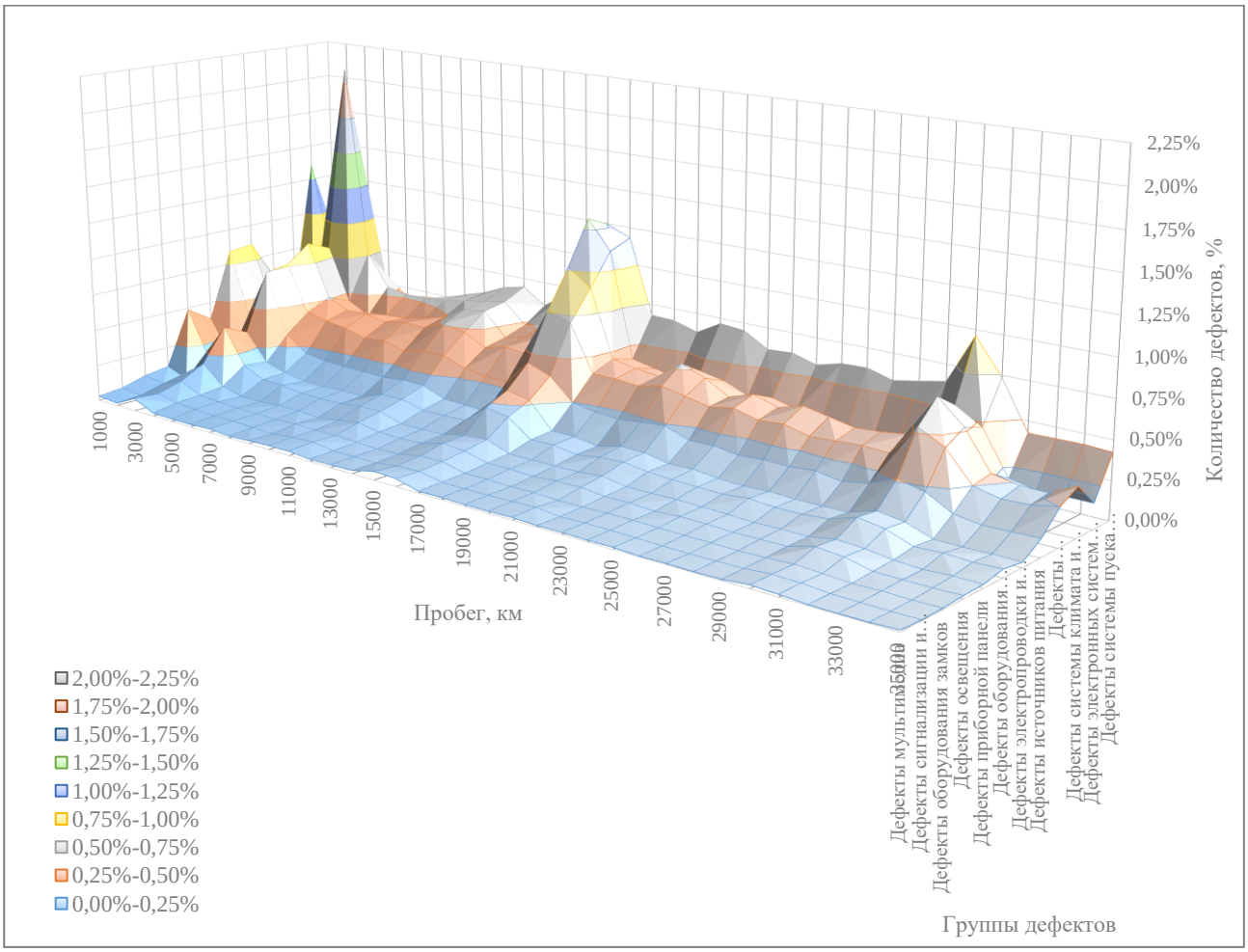


Рис. 2. График распределения дефектов электрооборудования по подсистемам в зависимости от пробега

Как видно из рис. 2, распределение дефектов, а точнее, устраненных дефектов, неравномерно во времени. В данном случае под «временем» понимается процесс эксплуатации автомобилей, отраженный в километраже.

На графике присутствуют определенные «пики», которые четко просматриваются в конкретных диапазонах. Эти массово выявленные дефекты не являются чем-то стохастическим, закономерность их проявления объясняется проведением плановых технических обслуживаний (каждые 15000 км). На основании этого можно сделать вывод: для простого обывателя-автолюбителя наличие неисправностей в автомобиле, как правило, обнаруживается преимущественно во время проведения технического осмотра. Соответственно информация о наличии неисправностей в тех или иных узлах и агрегатах автомобильной продукции поступает к автопроизводителю с характерной задержкой.

Так как производственный процесс выпуска автомобилей является довольно автоматизированным, за время поступления обратной связи от потребителей в продажу успевает уйти значительное число продукции, которая имеет те же слабые стороны, что и у предыдущих партий, т.е. повышение времени реагирования производителя на возникающие у потребителей проблемы в процессе эксплуатации является ключевым фактором для повышения удовлетворенности клиентов. Однако весьма «вязкая» и инертная система, обеспечивающая формирование представления автопроизводителя о наличии проблем в своей продукции, не позволяет выйти на новый уровень качества автомобилей [4].

Однако помимо повышения удовлетворенности потребителя перед автопроизводителем встает вопрос о качестве в глобальном его понимании. Согласно тезисам Э. Деминга качество подразумевает непрерывный процесс совершенствования производства как с технической, так и с управленческой точки зрения [2]. При этом необходимо постоянно искать и устранять причины, приводящие к потерям. Потери в данном случае несет репутация автопроизводителя, а также его прибыль ввиду необходимости устранения выявленных недостатков продукции.

Таким образом, формируется закономерный вывод: самый простой способ относительно быстрого повышения качества кроется в устранении наиболее «слабых» сторон выпускаемой продукции. Для дальнейшего анализа необходимо понять, как распределяются затраты по группам дефектов. Ответ на этот вопрос позволит вычленить основные проблемные группы с экономической точки зрения среди электрооборудования.

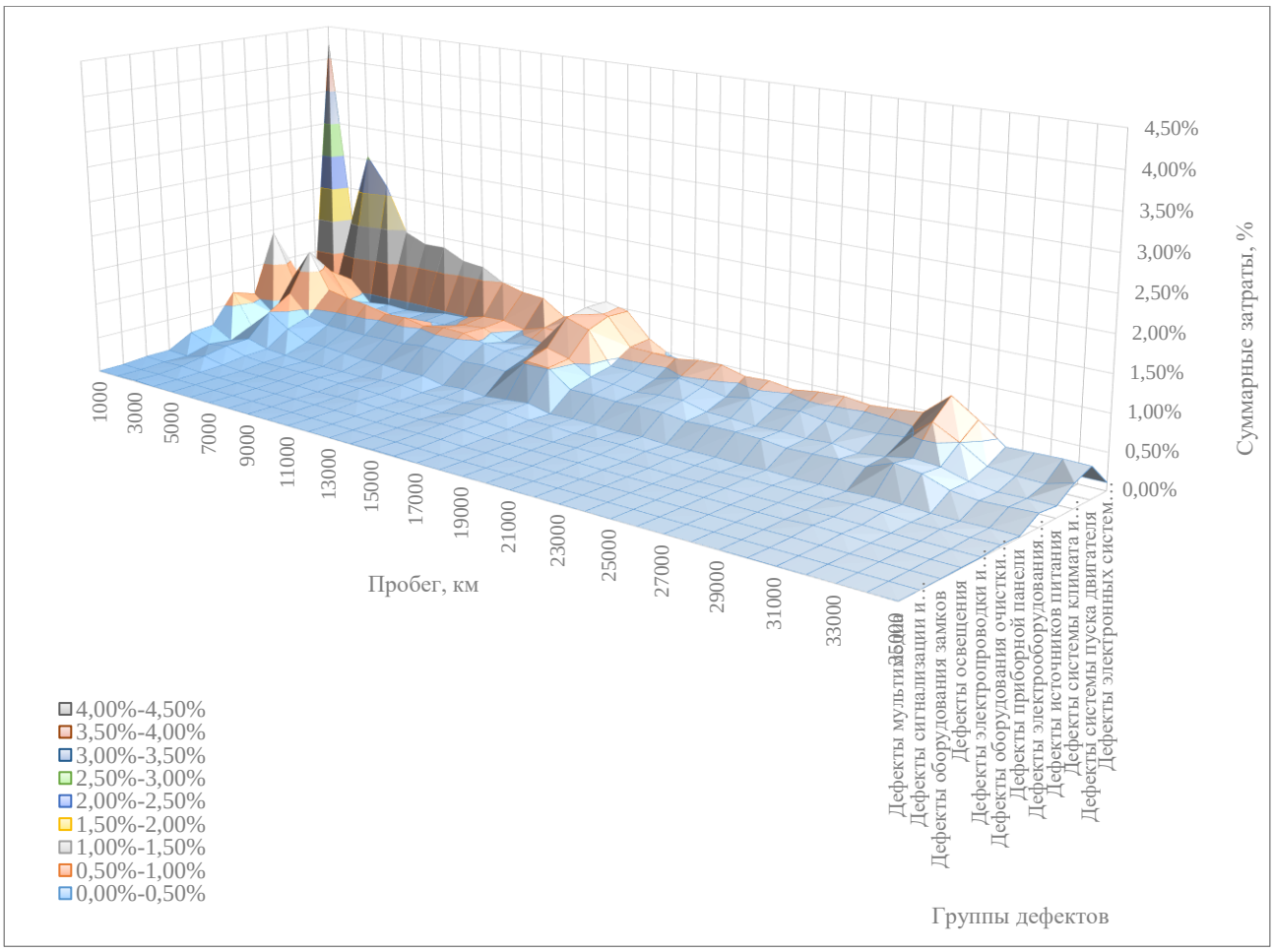


Рис. 3. График распределения затрат на устранение дефектов электрооборудования по подсистемам в зависимости от пробега

На основании рис. 2 и 3 можно утверждать, что наиболее проблемными группами среди электрооборудования являются:

– системы пуска двигателя;

– электронные системы управления;

– системы климата и комфорта;

– электрооборудование двигателя;

– источники питания ТС.

При их общем уровне дефектности, составляющем 82,74% относительно всех дефектов электрооборудования, суммарные затраты на устранение составили порядка 91,5% относительно затрат на устранение всех дефектов электрооборудования. Это говорит об их ключевом влиянии на качество выпускаемой продукции. Соответственно, своевременный учет возникающих дефектов в ТС и их последующее устранение дают автопроизводителю возможность напрямую влиять на уровень удовлетворенности потребителей.

Однако рассмотрение представленных графиков дает представление об узких местах для групп дефектов. Отдельный интерес вызывает распределение дефектов внутри этих самых групп, т.е. одну из важнейших ролей в проблематике формирования качества конечного продукта играет параметр оценивания и отнесения тех или иных дефектов к определенным подгруппам-индикаторам. Ввиду стремительного развития автомобильной промышленности и жесткой конкуренции на рынке система индикаторов нуждается в постоянной доработке и обновлении для формирования объективной оценки дефектности.

Список литературы

1. Афиногентова Н.В. Повышение качества работы предприятий сервиса как важнейший фактор роста лояльности потребителей / Н.В. Афиногентова, В.Н. Козловский // Наука – промышленности и сервису. – 2012. – № 7. – С. 771–777.
2. Деминг, Э. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами. Учебник / Деминг У.Э., Адлер Ю.П., Шпер В.Л., – 7-е изд. – Москва: Альпина Пабл., 2016. – 417 с.
3. Никишов, О.В. Интегральная оценка качества процесса сервисного обслуживания автомобилей / О.В. Никишов, Д.И. Панюков, В.Н. Козловский // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2025. – Т. 27, № 3(125). – С. 83–91.
4. Оценка реакции автопроизводителя на запросы потребителей / В.Н. Козловский, Г.Л. Юнак, Д.В. Айдаров, С.А. Шанин // Стандарты и качество. – 2017. – № 6. – С. 80–85.
5. Разработка и развитие систем менеджмента качества автомобильных корпораций / В.Н. Козловский, Д.В. Айдаров, Д.И. Панюков, С.А. Шанин // Автомобильная промышленность. – 2019. – № 5. – С. 1–6.

References

1. Afinogentova N.V., Kozlovsky V.N. Improving the quality of service enterprises as the most important factor in the growth of consumer loyalty – Science – industry and Service, 2012, No. 7, pp. 771–777.
2. Deming, U.E., Adler, Y.P., Shper, V.L. Getting out of the crisis: A new paradigm for managing people, systems and processes. Textbook, 7th ed., M.: Alpina Publ., 2016, 417 p.
3. Nikishov, O.V., Panyukov D.I., Kozlovsky V.N. Integral assessment of the quality of the car maintenance process – Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2025, v. 27, № 3(125), pp. 83–91.
4. Kozlovsky V.N., Yunak G.L., Aidarov D.V., Shanin S.A. Evaluation of the automaker's response to consumer requests – Standards and quality, 2017, No. 6, pp. 80–85.
5. Kozlovsky V.N., Aidarov D.V., Panyukov D.I., Shanin S.A. Development and development of quality management systems of automobile corporations – Automotive industry, 2019, No. 5, pp. 1–6.

Для цитирования
Дмитриев А.Я., Кулаков Г.А., Купцова Д.В., Митрошкина Т.А. От управления качеством к системам качественного управления в станкоинструментальной промышленности / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 186–191.

УДК 006.3

ОТ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ К СИСТЕМАМ КАЧЕСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ В СТАНКОИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Дмитриев А.Я., *канд. техн. наук, заместитель директора Научно-консультационного центра экспертизы (НКЦЭ), доцент кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении (ПЛАиУКМ), Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королёва, г. Самара*
Кулаков Г.А., *д-р техн. наук, руководитель комитета по промышленной политике и конкурентоспособности Ассоциации Союза работодателей Самарской области, г. Самара*
Купцова Д.В., *аспирант кафедры ПЛАиУКМ, Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королёва, г. Самара*
Митрошкина Т.А., *канд. техн. наук, доцент кафедры ПЛАиУКМ, Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королёва, г. Самара*

В статье рассматривается актуальная проблема развития станкоинструментальной промышленности России в контексте достижения технологического суверенитета. Основное внимание уделяется обоснованию необходимости перехода от традиционных систем менеджмента качества (СМК) по стандарту ISO 9001 к интегрированным системам качественного управления. Авторами проанализированы стратегические документы развития станкоинструментальной промышленности до 2035 года, включая национальный проект «Средства производства и автоматизации», выявлены ключевые проблемы: высокая импортозависимость (70% комплектующих), технологическое отставание, кадровый дефицит. Показано, что рост производства отечественных станков требует качественного изменения подходов к управлению предприятиями. Разработана концептуальная модель системы качественного управления, включающая системную интеграцию стратегии и процессов, сбалансированные показатели, непрерывное развитие персонала и цифровизацию. Представлена модель IDEF0, демонстрирующая взаимосвязь процессов производства средств производства и высокотехнологичной продукции с учетом требований управления качеством. Обоснована роль качественного управления как основы технологического суверенитета, обеспечивающей конкурентоспособность отечественной продукции на международных рынках и эффективное импортозамещение в условиях санкционных ограничений.

Ключевые слова: станкоинструментальная промышленность, система менеджмента качества, качественное управление, технологический суверенитет, импортозамещение, IDEF0.

FROM QUALITY MANAGEMENT TO QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS IN THE MACHINE TOOL INDUSTRY

Dmitriev A.Ya., *PhD in Engineering, Deputy Director of the Scientific and Consulting Center of Expertise, Samara University, Samara*
Kulakov G.A., *Doctor of Engineering Sciences, Head of the Industrial Policy and Competitiveness Committee of the Association of the Union of Employers of the Samara Region, Samara*
Kuptsova D.V., *Postgraduate student, Samara University, Russia, Samara*
Mitroshkina T.A., *PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Industrial and Management Systems, Senior Researcher, National Center for Expertise, Samara University, Samara*

This article examines the pressing issue of developing the Russian machine tool industry in the context of achieving technological sovereignty. It focuses on the rationale for the transition from traditional quality management systems (QMS) in accordance with ISO 9001 to integrated quality management systems. The authors analyzed strategic documents for the industry's development through 2035, including the national project "Production and Automation Equipment," and identified key challenges: high import dependence (70% of components), technological lag, and personnel shortages. It is shown that increasing domestic machine tool production requires a fundamental shift in enterprise management approaches. A conceptual model of a quality management system has been developed, incorporating systemic integration of strategy and processes, balanced scorecards, continuous personnel development, and digitalization. An IDEF0 model is presented, demonstrating the interrelationship between the production processes of capital goods and high-tech products, taking into account quality management requirements. The role of high-quality management as the basis for technological sovereignty, ensuring the competitiveness of domestic products in international markets and effective import substitution in the context of sanctions restrictions, is substantiated.

Keywords: machine tool industry, quality management system, quality management, technological sovereignty, import substitution, IDEF0.

Введение

Современные условия и требования к станкоинструментальной промышленности России выдвигают на первый план не просто формальное следование стандартам управления качеством, а внедрение интегрированных систем качественного управления, сочетающих стратегические, процессные и человеческие аспекты развития организации [1–7, 9]. В условиях внешних санкций, роста импортозависимости и необходимости инновационного развития становится критически важным переход от традиционной системы менеджмента качества (СМК) к модели, где качество управления становится краеугольным камнем конкурентоспособности и устойчивого развития.

Стратегия развития станкоинструментальной промышленности и текущие вызовы

Государственная программа «Стратегия развития станкоинструментальной промышленности до 2035 года» разработана в рамках национального проекта «Средства производства и автоматизации» и направлена на сокращение импортозависимости, обновление производственных мощностей, кадровое развитие и усиление экспортного потенциала [1, 7, 9]. В 2024 году выпуск отечественных станков вырос на 40% в денежном выражении, но до сих пор около 70% комплектующих остаются импортными, что диктует потребность в ускоренной локализации и формировании собственных цепочек создания добавленной стоимости на основе управленческих инноваций [1, 7, 9].

Ключевые проблемы станкоинструментальной отрасли, такие как высокий уровень износа активов, кадровый дефицит, финансовые барьеры и технологическое отставание, могут быть преодолены только инновационным подходом к управлению и глубокой модернизацией [1, 7–9].

В 2024 году правительством утверждены новые национальные проекты по обеспечению технологического лидерства, среди которых ключевым является проект «Средства производства и автоматизации» [9]. Он охватывает станкоинструментальную промышленность, робототехнику и подготовку кадров, предполагает финансирование на уровне 1 трлн рублей до 2030 года, расширение промышленных ипотек, субсидирование закупки современного оборудования и НИОКР, а также льготные займы.

Трансформация систем управления: от контроля к развитию

Классические стандарты на основе требований ISO 9001 и принципов построения СМК эффективны для документирования и регламентации бизнес-процессов, стимулируя соответствие результата установленным требованиям [2, 4, 6]. Однако в современной практике

мировой и российской промышленности все бóльшую актуальность приобретает потребность в развитии подхода к управлению предприятием (от понимания основ «управления качеством» до принятия важности «качественного управления»), предполагающего переход к действительно всеобщему, процессному и стратегическому управлению [2, 3, 5, 6, 8].

Анализ российского и международного опыта показывает, что предприятия, внедрившие системы качественного управления, быстрее достигают поставленных стратегических целей, эффективнее используют ресурсы, устойчиво развиваются и легче адаптируются к внешним и внутренним вызовам [3–5]. Для оценки качества управления используются как экономические, так и организационно-психологические индикаторы, проводится регулярный аудит бизнес-процессов, внедряются системы мотивации и развития персонала [3–5, 8].

Причины низкого качества управления и недостаточной эффективности систем менеджмента на основе стандартов на системы менеджмента разнообразны и связаны не с самими требованиями этих стандартов, а с недопониманием этих требований. К недостаточной эффективности приводят в том числе ошибки в постановке целей, ошибки в обеспечении ресурсами процессов достижения целей, необоснованность причинно-следственных связей между целями и средствами их достижения. К субъективным причинам относят проблему с компетентностью руководителей в современных аспектах управленческой деятельности и отсутствие должного внимания многих руководителей отечественного бизнеса к качеству продукции и к тому, что за ним стоит [5, 10]. Важное место в решении задачи повышения качества управления отводится обеспечению слаженности в работе управленческой команды. Многие проблемы возникают на стыке деятельности различных подразделений. Проблема повышения качества управления не может быть решена без изменений в формах и методах организации работы руководителей [10].

Особенно важно осмысление и внедрение системного качественного управления в станкоинструментальной промышленности, которая является основой для других отраслей промышленности и которую необходимо в срочном порядке восстанавливать опережающими темпами. Это возможно только за счет особого внимания к управленческой деятельности, разработки и внедрения инновационных управленческих технологий.

Станкоинструментальная промышленность обеспечивает производство средств производства, которые используются во многих машиностроительных отраслях и без которых невозможно производство высокотехнологичной конкурентоспособной продукции (рис.1).

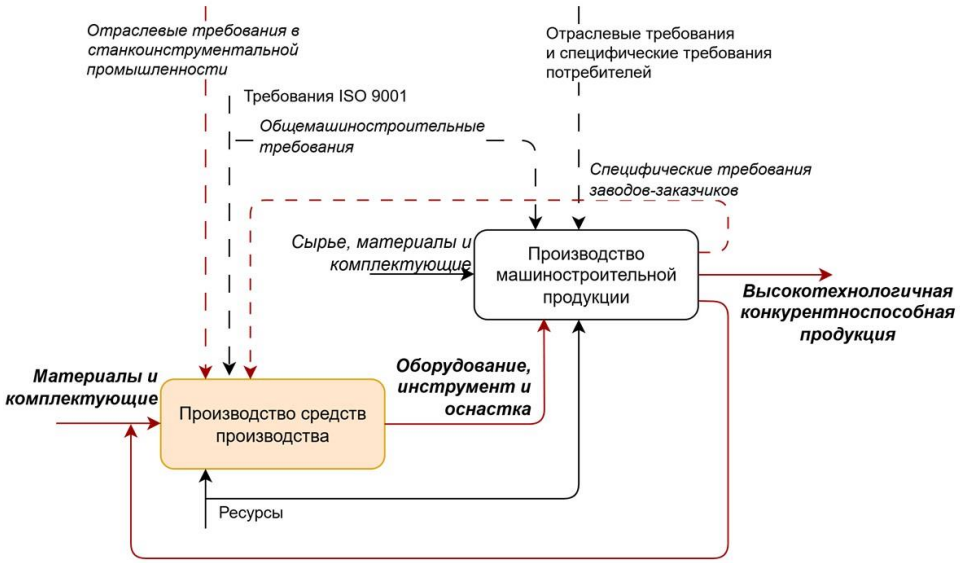


Рис. 1. Схема участия процесса производства средств производства в модели опережающего технологического развития

Представленная на рис. 1 диаграмма IDEF0 демонстрирует системный подход к организации производственных процессов в станкоинструментальной промышленности. Ключевая особенность схемы – взаимосвязь между производством средств производства и производством высокотехнологичной продукции, где выходы первого процесса (оборудование, инструмент, оснастка) являются критически важными ресурсами для второго процесса. Управление через стандарты ISO 9001 и общемашиностроительные требования распространяется на оба процесса, обеспечивая единые принципы качества, в то время как специфические отраслевые требования и требования потребителей и заводов-заказчиков учитывают особенности каждого направления.

Отличие систем качественного управления:

– системная интеграция всех уровней и процессов предприятия;

– использование сбалансированной системы показателей, ориентированной не только на контроль, но и на развитие в различных направлениях и учитывающей законодательные требования;

– внедрение непрерывного анализа и улучшения, основанного на вовлеченности персонала и лидерстве руководства;

– расширение корпоративной и персональной ответственности руководителей всех уровней и прозрачности управления [2–5].

Анализ импортозависимости показывает критическую зависимость отечественной станкоинструментальной промышленности от зарубежных поставщиков ключевых компонентов, таких как шпиндели, шарико-винтовые пары, системы ЧПУ и электронные компоненты. К настоящему времени общая зависимость станкостроения от импорта составляет 70%, и к 2030 году планируется ее снизить вдвое (рис. 2, [7]).

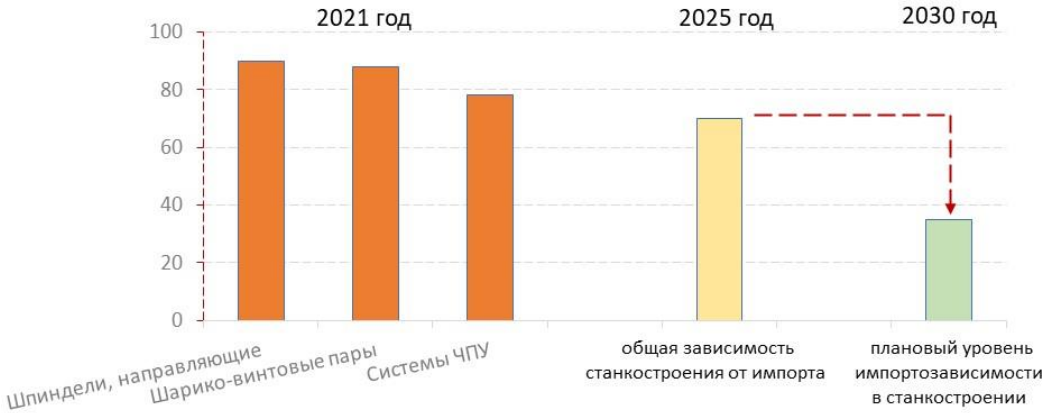


Рис. 2. Оценка уровня импортозависимости в станкоинструментальной промышленности

Это подчеркивает необходимость не только развития производственных мощностей, но и совершенствования систем управления для обеспечения качества локализованной продукции.

В станкоинструментальной промышленности переход на уровень зрелых систем требует не только формального соответствия СМК, но и постоянного обучения персонала, внедрения IT-решений для автоматизации контроля и анализа, акцентирования стратегического менеджмента и вовлеченности коллектива на всех уровнях [3, 5, 8, 9].

Развитие систем управления в станкоинструментальной промышленности

Требования к управлению технологическим оборудованием предъявляется в отраслевых требованиях ГОСТ Р 58139-2024 «Системы менеджмента качества. Требования к организациям автомобильной промышленности», ГОСТ Р 58876–2020 «Системы менеджмента качества организаций авиационной, космической и оборонной отраслей

промышленности. Требования». Предприятия станкоинструментальной промышленности напрямую не являются поставщиками комплектующих, поэтому даже в таких отраслях, как автомобилестроение и авиастроение, к ним в течение последних 20 лет практически не предъявлялись требования создания и поддержания высокоэффективных систем менеджмента на основе требований ISO 9001 и отраслевых требований.

В различных отраслях накоплен значительный опыт (в том числе отрицательный) разработки систем менеджмента на основе требований ISO 9001. Предлагается для обеспечения опережающего развития в машиностроении выстраивать на предприятиях станкоинструментальной промышленности системы качественного управления, которые будут являться логическим продолжением, переходом и развитием традиционных подходов к менеджменту качества, учитывая специфику современных вызовов отрасли, и обеспечивать за счет внедрения управленческих инноваций достижение целей соответствующих госпрограмм и национальных проектов (рис. 3).

Комплексная система качественного управления является основой формирования технологического суверенитета, так как именно она обеспечивает производство продукции требуемого качества, создает условия для инноваций и экспортного потенциала, позволяет предприятиям конкурировать на международных рынках [1, 3, 4, 7–10].

Без зрелых управленческих систем невозможно обеспечить ни результативное импортозамещение, ни эффективное развитие отрасли в условиях глобальной конкуренции.

Рис. 3. Схема построения и развития систем управления в станкоинструментальной промышленности

Для создания указанных систем в рамках программы национальной стандартизации техническим комитетом 070 «Станки» запланирована разработка стандартов серии «Система качественного управления в станкоинструментальной промышленности» (СКУ СП), в том числе: «СКУ СП. Требования», «СКУ СП. Рекомендации по применению», «СКУ СП. Методы управления», «СКУ СП. Средства и компьютерные модели управления», «СКУ СП. Статистический анализ высокоточных испытательных стендов», «СКУ СП. Стандарт научно-технической и производственно-технологической экспертизы проектов технического перевооружения предприятий в станкоинструментальной промышленности» [8].

Заключение

Причины недостаточной эффективности систем управления на основе стандартов на системы менеджмента связаны с недопониманием этих требований. Особенно выделяется проблема с компетентностью руководителей в современных аспектах управленческой деятельности. Повышение эффективности управления требует не только специальной подготовки руководителей, но и внедрения управленческих инноваций.

Станкоинструментальная промышленность России стоит на пороге качественного преобразования управленческих подходов. Переход к системам качественного управления для обеспечения опережающего технологического развития не является простой эволюцией систем менеджмента качества, а представляет собой фундаментальную трансформацию корпоративной философии, направленной на достижение технологического суверенитета и конкурентоспособности, первым шагом которой является разработка национальных стандартов.

Список литературы

1. Российский рынок станкостроения: аналитическое исследование [Электронный ресурс] // Delprof.ru. – 2025. – URL: https://delprof.ru/press-center/open-analytics/rynok-stankostroeniya/ (дата обращения: 03.10.2025).
2. Винокуров В., Винокуров А. Качество управления как фактор укрепления рыночных возможностей [Электронный ресурс] // quality.eup.ru. – URL: https://quality.eup.ru/MATERIALY11/qm-f.htm (дата обращения: 03.10.2025).
3. Как улучшить качество управления производственным предприятием [Электронный ресурс] // e-xecutive.ru. – 2025. – URL: https://www.e-xecutive.ru/sections/management/articles/1959657-kak-ulu chshit-kachestvo-upravlenija-proizvodstvennym-predprijatiem (дата обращения: 03.10.2025).
4. Что такое качество корпоративного управления и как повысить его эффективность? [Электронный ресурс] // moscow.mba. – 2022. – URL: https://moscow.mba/journal/kachestvo-korporativnogo-upravlen iya-povyshaem-i-izmeryaem-effektivnost-1 (дата обращения: 03.10.2025).
5. Васильков, Ю.В. Особенности качественного управления организацией / Ю.В. Васильков, Л.С. Гущина, Н. Иняц // Современные технологии управления. – 2015. – № 1(49). – С. 15–20. – EDN TICJCT.
6. От управления качеством к качеству управления [Электронный ресурс] / П. Мезенцев // up-pro.ru. – URL: https://up-pro.ru/library/quality_management/smk/standart-iso9001/ (дата обращения: 03.10.2025).
7. У нас на заводе: как в России восстанавливается станкостроение [Электронный ресурс] // РБК. – URL: https://www.rbc.ru/industries/news/680266049a794760bed8584b (дата обращения: 03.10.2025).
8. Система качественного управления в станкостроении: отраслевой опыт и подход / А.Я. Дмитриев, Д.В. Ермилина, Г.А. Кулаков, Т.А. Митрошкина // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2024. – № 6(81). – С. 116–119. – EDN GOSBEF.
9. Способна ли Россия наладить производство средств производства? [Электронный ресурс] // Ритм Машин. – 2025. – URL: https://ritm-magazine.com/ru/public/sposobna-li-rossiya-naladit-proizvodstvo-s redstv-proizvodstva (дата обращения: 03.10.2025).
10. Королев В.И. Качество управления предприятием: проблемы, пути повышения / В. И. Королев // Управленческие науки. – 2017. – Т. 7, № 1. – С. 69–74. – EDN YKTCHR.

References

1. The Russian Machine Tool Market: An Analytical Study [Electronic resource] // Delprof.ru. 2025. – URL: https://delprof.ru/press-center/open-analytics/rynok-stankostroeniya/ (date of access: 03.10.2025).
2. Vinokurov V., Vinokurov A. Management Quality as a Factor in Strengthening Market Opportunities [Electronic resource] // quality.eup.ru. – URL: https://quality.eup.ru/MATERIALY11/qm-f.htm (date of access: 03.10.2025).
3. How to Improve the Quality of Management of a Manufacturing Enterprise [Electronic resource] // e-xecutive.ru. – 2025. – URL: https://www.e-xecutive.ru/sections/management/articles/1959657-kak-ulu chshit-kachestvo-upravlenija-proizvodstvennym-predprijatiem (date of access: 03.10.2025).
4. What is the quality of corporate governance and how to improve its effectiveness? [Electronic resource] // moscow.mba. – 2022. – URL: https://moscow.mba/journal/kachestvo-korporativnogo-upravlen iya-povyshaem-i-izmeryaem-effektivnost-1 (date of access: 03.10.2025).
5. Vasilkov, Yu. V. Features of high-quality management of an organization / Yu. V. Vasilkov, L. S. Gushchina, N. Inyats // Modern management technologies. – 2015. – No. 1(49). – P. 15–20. – EDN TICJCT.
6. From Quality Management to Management Quality [Electronic resource] / P. Mezentsev // up-pro.ru. – URL: https://up-pro.ru/library/quality_management/smk/standart-iso9001/ (date of access: 03.10.2025).
7. At Our Plant: How Machine Tool Manufacturing Is Being Recovered in Russia [Electronic resource] // RBC. – URL: https://www.rbc.ru/industries/news/680266049a794760bed8584b (date of access: 03.10.2025).
8. Quality Management System in Machine Tool Manufacturing: Industry Experience and Approach / A. Ya. Dmitriev, D. V. Ermilina, G. A. Kulakov, T. A. Mitroshkina // Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. – 2024. – No. 6 (81). – Pp. 116–119. – EDN GOSBEF.
9. Is Russia Capable of Establishing the Production of Means of Production? [Electronic Resource] // Rhythm of Machines. – 2025. – URL: https://ritm-magazine.com/ru/public/sposobna-li-rossiya-naladit-proizvodstvo-s redstv-proizvodstva (date of access: 03.10.2025).
10. Korolev, V. I. Quality of Enterprise Management: Problems, Ways to Improve / V. I. Korolev // Management Sciences. – 2017. – V. 7, No. 1. – P. 69–74. – EDN YKTCHR.

Для цитирования
Захарова А.Н. Анализ деятельности по стандартизации в области нерудных строительных материалов на основе индекса отраслевой инфраструктуры качества / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 192–196.

УДК 006.071

АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ИНДЕКСА ОТРАСЛЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ КАЧЕСТВА

Захарова А.Н., *начальник отдела стандартизации в области обрабатывающей промышленности ФГБУ «Институт стандартизации»*

В статье представлены результаты анализа деятельности по стандартизации в области нерудных строительных материалов, в целях его дальнейшего учета при формировании индекса отраслевой инфраструктуры качества. Характеризовать состояние системы стандартизации предлагается путем расчета интегрального показателя – субиндекса по стандартизации. Оценка отраслевой инфраструктуры качества и, в частности, стандартизации позволит определять мероприятия, необходимые для ее развития, что будет способствовать повышению качества и безопасности продукции.

Ключевые слова: инфраструктура качества (ИК), отраслевая инфраструктура качества (ОИК), индекс отраслевой инфраструктуры качества, субиндекс по стандартизации, нерудные строительные материалы (НСМ).

ANALYSIS OF STANDARDIZATION ACTIVITIES IN THE FIELD OF NON-METALLIC BUILDING MATERIALS BASED ON THE INDUSTRY QUALITY INFRASTRUCTURE INDEX

Zakharova A.N., *Head of Department of Standardization in the Area of Manufacturing Industry, Russian Standardization Institute, Moscow*

The article presents the results of an analysis of standardization activities in the field of non-metallic building materials, in order to further take it into account when forming an index of industrial quality infrastructure. It is proposed to characterize the state of the standardization system by calculating an integral indicator, the standardization subindex. The assessment of the industry's quality infrastructure and, in particular, standardization, will make it possible to identify measures necessary for its development, which will contribute to improving product quality and safety.

Keywords: quality infrastructure, industry quality infrastructure, industry quality infrastructure index, standardization subindex, non-metallic building materials.

В современном мире с развитой конкуренцией для обеспечения запросов потребителей как на внутренних, так и на внешних рынках требуется постоянное повышение качества продукции и обеспечение ее безопасности. Для производства конкурентоспособной продукции необходимо задействовать ряд специализированных институтов, которые занимаются вопросами стандартизации, метрологии, оценки соответствия и аккредитации. Эти институты, функционируя в тесной взаимосвязи, формируют национальную инфраструктуру качества (ИК).

В настоящее время оценка эффективности ИК стран мира проводится путем расчета специального международного Индекса ИК (Глобальный индекс инфраструктуры качества, GQII), который учитывает состояние институтов стандартизации, метрологии и аккредитации. Подробное описание подходов к расчету индекса ИК изложено в работе [1].

Исследования, проведенные автором [2-4], подтверждают важность ИК как элемента экономической политики государства. В частности, сформулированы выводы о возможности:

– применения индекса ИК в качестве эффективного инструмента проведения бенчмаркинга торгово-экономического состояния стран;

– отражения при помощи индекса ИК характера производственной структуры, развития промышленного сектора продукции и уровня конкурентоспособности страны;

– оценки экспортного потенциала стран.

В формировании ИК на национальном уровне задействованы отрасли, которые наибольшим образом вносят вклад в рост экономики государства. Поэтому развитие национальной ИК невозможно без совершенствования ИК на уровне отраслей экономики.

В настоящем исследовании под отраслевой ИК понимается совокупность профильных структур в области стандартизации, метрологии, оценки соответствия, аккредитации, соответствующая нормативная правовая база, которые в комплексе обеспечивают надлежащий уровень качества и безопасности продукции (услуг) в определенной отрасли (секторе) экономики.

Отрасль нерудных строительных материалов (НСМ) включает в себя предприятия, к основному виду деятельности которых относятся добыча, переработка и производство продукции НСМ (щебень, гравий, песок, а также песчано-гравийная смесь, отсевы дробления, в том числе используемые в качестве заполнителей для бетонных смесей, строительных растворов, сухих строительных смесей и пр.).

Таким образом, сектор НСМ включает добычу полезных ископаемых, обрабатывающие производства и непосредственно вовлечен в строительство. По данным [5], вклад сектора НСМ в ВВП за 2023 году составляет более 30%.

Правительством РФ утверждена Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности до 2024 года и на период до 2035 года. В рамках этой Стратегии к Приоритетным направлениям развития промышленности строительных материалов отнесены добыча и переработка нерудного минерального сырья, где основными задачами на период до 2035 года в том числе являются:

– обеспечение значительного сокращения некачественных, фальсифицированных и контрафактных строительных материалов и изделий, используемых при возведении и эксплуатации зданий и сооружений;

– обеспечение идентификации и прослеживаемости каждой партии строительных материалов и изделий, результатов лабораторных исследований при проведении контроля, а также доступности и достоверности результатов лабораторных исследований и контроля, осуществляемых специализированными организациями, обладающими подтвержденными компетенциями и полномочиями на проведение такой деятельности.

Эти задачи носят комплексный характер, затрагивая сферы стандартизации, метрологии и оценки соответствия (аккредитации), что предопределяет необходимость совершенствования отраслевой инфраструктуры качества (ОИК) в сфере НСМ.

В настоящей работе предложен способ оценки деятельности по стандартизации в рамках ОИК НСМ, в основу которого легли критерии, используемые при оценке эффективности деятельности технических комитетов по стандартизации в соответствии с Правилами стандартизации ПР 1323565.1.003-2019 «Методика оценки эффективности деятельности технических комитетов по стандартизации». При этом учтена специфика отрасли, а также принят во внимание подход, реализуемый при формировании индекса GQII.

Состояние деятельности по стандартизации в рамках ОИК НСМ предлагается оценивать на основе трех составляющих:

показателя динамики эффективности работ по стандартизации ($П_С$), учитывающего эффективность проведения работ по стандартизации;

показателя состояния фонда стандартов ($П_Ф$), свидетельствующего о перечне стандартов, относящихся к области НСМ;

показателя отраслевой активности ($П_О$), отражающего степень вовлеченности отрасли.

Формула для расчета субиндекса стандартизации ОИК НСМ ($СТ_{ОИК\ НСМ}$) имеет следующий вид:

$$СТ_{ОИК\ НСМ} = [(\frac{Со}{Ф} + \frac{Ср}{Np} + \frac{Сп}{(Со+Ср)}) \cdot \frac{1}{3} + (\frac{Фм}{Ф} + \frac{Фо}{Ф} + \frac{Фтр}{Ф}) \cdot \frac{1}{3} + (\frac{С}{Nс} + \frac{К}{Nк}) \cdot \frac{1}{2}] \cdot \frac{1}{3}, \quad (1)$$

где $С_О$ – количество тем по обновлению стандартов, включенных в Программу национальной стандартизации (ПНС), за анализируемый период;

$С_Р$ – количество тем по разработке новых стандартов, включенных в ПНС, за период проведения исследования;

$N_р$ – количество тем по разработке новых стандартов, включенных в ПНС, за анализируемый год;

$С_П$ – количество стандартов/изменений, утвержденных/введенных в действие, за анализируемый год;

$Ф_М$ – количество межгосударственных стандартов;

Ф – общий фонд стандартов;

$Ф_О$ – количество стандартов, обновленных за последние 10 лет;

$Ф_{ТР}$ – количество стандартов, которые входят в перечни стандартов, используемых в качестве доказательной базы Технического регламента Таможенного союза (ТР ТС 014/011) «О безопасности автомобильных дорог» или применяются в отношении продукции, входящей в единый перечень, подлежащий обязательной оценке соответствия, в соответствии с [6];

С – количество стандартов организации (технических условий) (СТО/ТУ), зарегистрированных в Федеральном информационном фонде стандартов (ФИФС) в соответствии с Порядком регистрации СТО (ТУ) в ФИФС, за анализируемый год [7];

$N_с$ – количество СТО/ТУ, зарегистрированных в ФИФС за период проведения исследования;

К – количество организаций – представителей отрасли в составе технических комитетов по стандартизации и их структурных подразделениях (подкомитеты, рабочие группы);

$N_к$ – максимальное количество членов в подкомитете в соответствии с [8].

Стандартизация в области НСМ относится к области деятельности ТК 144 «Строительные материалы и изделия» и ТК 418 «Дорожное хозяйство». При расчете показателей были взяты сведения о фондах стандартов данных технических комитетов по стандартизации, их составах и реализации ими ПНС. Согласно (1) проведен расчет деятельности по стандартизации в области НСМ за период с 2020 по 2024 год. Результаты представлены на рис. 1 и 2.

Рис. 1. Субиндекс по стандартизации в рамках ОИК НСМ за период с 2020 по 2024 год

Рис. 2. Показатели, формирующие субиндекс по стандартизации в рамках ОИК НСМ за период с 2020 по 2024 год

Примечание: в расчете учтено, что Порядок регистрации СТО (ТУ) в ФИФС, вступил в силу в 2021 году.

По результатам анализа данных, представленных на рис. 1 и 2 видно, что повышение субиндекса стандартизации с 2022 года связано с ростом вовлеченности отрасли в работы по стандартизации. В то же время, некоторый спад показателя стандартизации в 2024 году связан с появлением в фонде стандартов значительного количества документов по стандартизации, требующих обновления в соответствии с установленным критерием. Однако, это учтено при формировании ПНС на 2023 год, в части включения в нее тем по актуализации стандартов, используемых в качестве доказательной базы ТР ТС 014/011, чем соблюден один из принципов формирования ПНС. Состояние системы стандартизации в 2021 году обусловлено, значительным образом, соответствующей эффективностью проведения работ по стандартизации.

Проведение оценки состояния ОИК НСМ требует также учета состояния институтов метрологии и оценки соответствия, в частности, аккредитации. Именно по результатам анализа полученных субиндексов может быть сформирована окончательная формула для расчета ОИК НСМ, предусматривающая отраслевые особенности.

По результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. Введение показателя, отражающего деятельность по стандартизации в рамках ОИК НСМ, дает возможность интегрально (комплексно) оценивать состояние стандартизации в данной сфере.
2. Развитие ОИК будет способствовать повышению эффективности деятельности по стандартизации в сфере НСМ, а также улучшению качества и безопасности выпускаемой продукции, а значит – конкурентоспособности данной отрасли.
3. Проведение мониторинга состояния ОИК НСМ поможет выявлять сдерживающие факторы развития и своевременно реагировать на возникающие вызовы.

Список литературы

1. Аронов И.З., Рыбакова А.М., Захарова А.Н. Ранжирование национальных инфраструктур качества: обзор // Стандарты и качество. – 2024. – № 11. – С. 24.
2. Аронов И.З., Рыбакова А.М., Захарова А.Н. Инфраструктура качества и экспортный потенциал стран, входящих в интеграционные объединения с РФ // Контроль качества продукции № 3 – 2025. – С. 55.
3. Аронов И.З. Выбор государств – торговых партнеров на основе индекса инфраструктуры качества /И.З. Аронов, А.М. Рыбакова, Захарова А.Н.// «Эффективные системы менеджмента: Качество. Биоэкономика. Кадровый и технологический суверенитет» Сборник научных статей XII Международного научно-практического форума 19-21 марта 2025 г. под ред. И.И. Антоновой. – Казань: Изд-во «Познание» Казанского инновационного университета, 2025. С. 56–60.

4. Аронов И.З., Рыбакова А.М., Захарова А.Н. Взаимосвязь между экспортом и институтами инфраструктуры качества // Стандарты и качество. № 5. 2025. С. 64.
5. Структура ВВП России – основные отрасли, из чего состоит экономика РФ, секторы, доли. – Текст: электронный // Бробанк: [сайт]. – URL: https://brobank.ru/struktura-vvp-rossii/ (дата обращения: 10.10.2025).
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2021 года № 2425 «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подлежащей декларированию соответствия, внесении изменений в Постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 2467 и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации».
7. Порядок регистрации стандартов организаций, в том числе технических условий, в Федеральном информационном фонде стандартов, утвержденный приказом Росстандарта от 30 апреля 2021 г. № 651.
8. ГОСТ Р 1.1–2020 «Стандартизация в Российской Федерации. Технические комитеты по стандартизации и проектные технические комитеты по стандартизации. Правила создания и деятельности».

References

1. Aronov I.Z., Rybakova A.M., Zakharova A.N. National quality infrastructures ranking: review. Standarty i kachestvo [Standards and Quality], 2024, no. 11, pp. 24–27 (in Russian). DOI: 10.35400/0038-9692-2024-11-9-24.
2. Aronov I.Z., Rybakova A.M., Zakharova A.N. Quality infrastructure and export potential of countries integrated in associations with the RF. Kontrol' kachestva produktsii [Production Quality Control], 2025, no. 3, pp. 21–24 (in Russian).
3. Aronov I.Z. Selection of States – Trading Partners Based on the Quality Infrastructure Index / I.Z. Aronov, A.M. Rybakova, A.N. Zakharova // «Effective Management Systems: Quality. Bioeconomics. Human and Technological Sovereignty» Collection of Scientific Articles of the XII International Scientific and Practical Forum, March 19–21, 2025, edited by I.I. Antonova. – Kazan: Poznanie Publishing House of Kazan Innovative University, 2025. Pp. 56–60.
4. Aronov I.Z., Rybakova A.M., Zakharova A.N. Relationship between export and quality infrastructure institutions. Standarty i kachestvo [Standards and Quality], № 5. 2025. P. 64.
5. The structure of Russia's GDP - the main sectors of the Russian economy, sectors, shares. - Text: electronic // Brobank: [website]. – URL: https://brobank.ru/struktura-vvp-rossii/ (date of request: 10.10.2025).
6. Decree of the Government of the Russian Federation № 2425 dated December 23, 2021 «On Approval of the Unified List of Products Subject to Mandatory Certification and the Unified List of Products Subject to Declaration of Conformity, Amendments to Decree of the Government of the Russian Federation № 2467 dated December 31, 2020 and Invalidation of Certain Acts of the Government of the Russian Federation».
7. The procedure for registration of standards of organizations, including technical specifications, in the Federal Information Standards Fund, approved by Rosstandart Order No. 651 dated April 30, 2021.
8. GOST R 1.1-2020 «Standardization in the Russian Federation. Technical committees for standardization and project technical committees for standardization. Rules of organization and function».

Для цитирования
Ибрагимов О.Д., Тимонин И.В., Барданов А.В. Процедура одобрения производственных деталей (PPAP) в автомобильной промышленности / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 197–199.

УДК 629.3:658.562

ПРОЦЕДУРА ОДОБРЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ (PPAP) В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ибрагимов О.Д., *ассистент, канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара*
Тимонин И.В., *аспирант, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара*
Барданов А.В., *аспирант, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара*

Статья посвящена анализу процедуры одобрения производственных деталей (PPAP) в международной и российской практике. Рассматриваются цели и структура PPAP, уровни представления документации, механизмы оценки готовности производства, а также особенности адаптации международных требований в российских условиях. Отдельное внимание уделено роли цифровизации и интеграции с ERP/PLM-системами в повышении прозрачности и эффективности процессов верификации качества

Ключевые слова: PPAP, менеджмент качества, автомобильная промышленность, Production Part Approval Process, Advanced Product Quality Planning, APQP.

PRODUCTION PART APPROVAL PROCESS (PPAP) IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

Ibragimov O.D., *assistant, Candidate of Technical Sciences, Samara State Technical University, Samara*
Timonin I.V., *postgraduate student, Samara State Technical University, Samara*
Bardanov A.V., *postgraduate student, Samara State Technical University, Samara*

The article is devoted to the analysis of the Production Part Approval Process (PPAP) in international and Russian practice. The goals and structure of PPAP, levels of documentation submission, mechanisms for assessing production readiness, as well as the features of adapting international requirements to Russian conditions are considered. Special attention is paid to the role of digitalization and integration with ERP/PLM systems in improving transparency and efficiency of quality verification processes.

Keywords: PPAP, quality management, automotive industry, Production Part Approval Process, Advanced Product Quality Planning, APQP.

Процедура одобрения производственных деталей (Production Part Approval Process, PPAP) является промышленно-отраслевым инструментом верификации готовности производства к серийному выпуску автомобильных компонентов и узлов. Целью PPAP является установление того, в какой степени организация корректно интерпретирует все конструкторские требования и технические условия заказчика, а также обладает ли производственный процесс потенциальной способностью выпускать продукцию в объемах, установленных заказчиком, с полным соблюдением требований к качеству и техническим характеристикам [5]. В международной практике PPAP представлен в виде руководства AIAG (PPAP Manual) и интегрируется в систему основных методик менеджмента качества (Quality Core Tools) совместно с APQP, FMEA, MSA и SPC [5]. Применение процедуры PPAP обеспечивает заказчику документально подтвержденную уверенность в отсутствии

непредвиденных отклонений качества при запуске серийных поставок, поскольку любое изменение утвержденных характеристик допускается только с письменного согласия заказчика [4]. Стоит подчеркнуть, что организация обязана соблюдать требования PPAP до тех пор, пока потребитель официально не откажется от их применения в письменной форме через уполномоченного представителя.

Процедура PPAP реализуется через формирование комплекта документации, подтверждающей готовность производства к выпуску продукции установленного качества. Согласно руководству AIAG комплект может включать до 18 элементов в зависимости от требований заказчика и выбранного уровня представления. В состав комплекта входят: гарантия отгрузки продукции (Part Submission Warrant), конструкторская и технологическая документация, протоколы измерений и испытаний, результаты анализа измерительных систем (MSA), планы контроля, отчеты по анализу видов и последствий потенциальных дефектов (FMEA), акты испытаний материалов и иные подтверждающие документы [5, 2].

Система уровней представления PPAP по версии AIAG [5] состоит из пяти градаций, которые продемонстрированы в таблице.

Уровни представления PPAP

Уровень	Состав документации	Примечания
1	Только гарантия отгрузки продукции (PSW); для наружных изделий – «Отчет о согласовании внешнего вида»	Уровень 1 применяется по умолчанию для поставщиков несерийной продукции
2	Гарантия отгрузки продукции (PSW), образцы продукции и ограниченный комплект документации, подтверждающей соответствие требованиям заказчика	
3	Гарантия отгрузки продукции (PSW), образцы продукции и полный комплект документации, подтверждающей соответствие требованиям заказчика	Уровень 3 применяется по умолчанию, если не установлено иное заказчиком
4	Гарантия отгрузки продукции (PSW) (без образцов продукции) и полный комплект документации, подтверждающей соответствие требованиям заказчика	
5	Гарантия отгрузки продукции (PSW), образцы продукции и ограниченный комплект документации, подтверждающей соответствие требованиям, рассматриваемый на предприятии поставщика	

Выбор уровня представления PPAP осуществляется заказчиком на основе комплексной оценки ряда факторов. К числу таких факторов относятся статус поставщика в системе менеджмента качества (соответствие требованиям IATF 16949), опыт предыдущих поставок, критичность компонента для конечного продукта, а также квалификация поставщика по конкретной номенклатуре [5, 2].

По результатам анализа представленной документации заказчик присваивает один из трех возможных статусов одобрения:

- Полное одобрение – документация и образцы полностью соответствуют установленным требованиям;
- Временное одобрение – при выявленных несоответствиях имеется согласованный план корректирующих мероприятий с установленными сроками выполнения;
- Отклонение – выявленные несоответствия не позволяют начать серийные поставки.

Процедура PPAP на территории Российской Федерации реализуется на основе адаптации международных требований к национальным производственным условиям. Основой нормативного регулирования является ГОСТ Р 51814.4–2004 «Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Одобрение производства автомобильных компонентов» [1]. На базе данного стандарта промышленные предприятия разрабатывают корпоративные регламенты, интегрирующие международные подходы с учетом специфики

локального производства. Примером такой адаптации служит СТП 37.104.44.10–2010, применяемый в ОАО «КАМАЗ» [3]. Сравнительный анализ с международными требованиями показывает, что российский стандарт сохраняет ключевые элементы процедуры верификации производственного процесса. Вместе с тем отдельные положения характеризуются обобщенными формулировками, что допускает вариативность их интерпретации на практике, особенно при внесении изменений в технологические процессы или производственные операции [3].

Процедура одобрения производственных деталей (PPAP) выполняет системную функцию, выступая не только инструментом верификации производственных процессов, но и механизмом обеспечения согласованности и унификации требований между заказчиком и поставщиком. Применение процедуры способствует снижению риска возникновения непредвиденных несоответствий и повышению прозрачности производственных операций. В российской промышленной практике эффективность реализации PPAP определяется уровнем компетенций участников процесса и комплексным использованием элементов системы менеджмента качества, включая методики FMEA, SPC, MSA и APQP [5, 2, 3].

В современных условиях развитие процедуры PPAP характеризуется цифровизацией и интеграцией с корпоративными системами управления предприятием, такими как ERP (Enterprise Resource Planning) и PLM (Product Lifecycle Management), что позволяет ускорить обмен производственными и контрольными данными, снизить административную нагрузку и одновременно обеспечить поддержание требуемого уровня документальной верификации. Такая интеграция позволяет повысить эффективность контроля готовности производственного процесса к серийному выпуску и обеспечивает системное соответствие установленным требованиям качества.

Таким образом, процедура PPAP выполняет функцию системной верификации производственных процессов и обеспечивает согласованность требований в цепочке «поставщик – заказчик». В российской промышленной практике ее эффективность определяется уровнем компетенций участников и комплексностью применения инструментов системы менеджмента качества. Перспективы развития процедуры связаны с ее цифровизацией и интеграцией в корпоративные информационные системы, что способствует повышению прозрачности производственных операций и оперативности управления данными о качестве.

Список литературы

1. ГОСТ Р 51814.4–2004. Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Одобрение производства автомобильных компонентов. – М.: Стандартинформ, 2004. – 32 с.
2. Подгорний А.С., Козловский В.Н., Панюков Д.И. Методология APQP в автомобильном производстве // Известия Самарского научного центра РАН. 2025. №2. – С. 43–54.
3. Поцебнева И.В., Веденеева М.С., Юнда В.А., Александров Д.О. Применение методики планирования качества продукции Advanced Product Quality Planning (APQP) // European Scientific Conference: сборник статей XXIV Международной научно-практической конференции (Пенза, 07 февраля 2021 г.). – Пенза: Наука и Просвещение, 2021. – С. 36–39.
4. International Automotive Task Force (IATF). IATF 16949:2016 – Sanctioned Interpretations. – 2019–2024. URL: https://www.iatfglobaloversight.org (дата обращения: 03.10.2025).
5. Production Part Approval Process. 4th ed. – Detroit: Automotive Industry Action Group (AIAG), 2006. – 72 p.

References

1. GOST R 51814.4–2004. Quality management systems in the automotive industry. Approval of production of automotive components. – Moscow: Standartinform, 2004. – 32 p.
2. Podgorny A.S., Kozlovsky V.N., Panyukov D.I. Methodology of APQP in automotive manufacturing // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. 2025. №2. – Pp. 43–54.
3. Poitsebneva I.V., Vedeneeva M.S., Yunda V.A., Aleksandrov D.O. Application of the Advanced Product Quality Planning (APQP) methodology // European Scientific Conference: Proceedings of the XXIV International Scientific and Practical Conference (Penza, February 7, 2021). – Penza: Nauka i Prosveshchenie, 2021. – Pp. 36–39.
4. International Automotive Task Force (IATF). IATF 16949:2016 – Sanctioned Interpretations. – 2019–2024. URL: https://www.iatfglobaloversight.org (accessed 03.10.2025).
5. Production Part Approval Process. 4th ed. – Detroit: Automotive Industry Action Group (AIAG), 2006. – 72 p.

Для цитирования
Иванилова И.Г. Сравнительный анализ основных требований к маркировке пищевой продукции в России и за рубежом (ч. 2) / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 200–211.

УДК: 006.063

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К МАРКИРОВКЕ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ (ч. 2)[1]

Иванилова И. Г., *канд. техн. наук, доцент, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва*

Настоящая статья представляет собой дальнейшее развитие темы, начатой в предыдущей публикации, где была рассмотрена нормативная основа маркировки продукции. Обзор посвящен исследованию зарубежного законодательства, регулирующего особенности маркировки пищевых продуктов в различных регионах мира – Великобритании, Канаде и Китае. В статье выделены и проанализированы ключевые отличия международных требований к аспектам маркировки от положений технических регламентов Евразийского экономического союза. Проведен сравнительный анализ иностранных нормативных требований, отличающихся от российских правил маркировки, применяемых к названию продукции, ее составу, количественным характеристикам, сведениям о дате изготовления и сроках годности, пищевой ценности, указаниям по использованию и условиям хранения, а также наименованию и местонахождению производителя, символике рыночной доступности. Систематизированы и представлены данные о специфических особенностях требуемых аспектов маркировки.

Ключевые слова: маркировка пищевой продукции, особенности маркировки, сравнение маркировки.

FEATURES OF FOOD PRODUCT LABELING IN RUSSIA AND ABROAD (part 2)

Ivanilova I.G. *Ph.D., associate professor, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba*

This article represents further development of the topic initially addressed in the preceding publication, wherein the legal foundation for product labelling was explored. The current study provides an extensive review of international legislation regulating the peculiarities of food product labelling across distinct global regions, namely the United Kingdom, Canada, and China. The key discrepancies between international labelling requirements and the provisions set forth in the Eurasian Economic Union's technical regulations have been elucidated and critically analysed. Furthermore, a comprehensive comparison of foreign normative acts diverging from Russian labelling regulations, encompassing product denomination, composition, quantitative attributes, production date and expiry details, nutritional values, user guidelines, storage conditions, as well as producer identity and place of origin, along with market accessibility symbols, has been performed. Systematic classification and presentation of data highlighting unique characteristics of mandatory labelling facets have also been provided.

Keywords: food product labeling, labeling features, labeling comparison.

Введение

[1] Иванилова И.Г. Особенности маркировки пищевой продукции в России и за рубежом (ч. 1) // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5 (86). С. 44–50.

В предыдущей публикации (часть 1) были рассмотрены основные нормативные документы, действующие в государствах различных географических регионов – Великобритании, Канаде и Китае, – регулирующие требования к информации, выносимой на маркировку пищевой продукции и основные различия в подходах к информации для потребителя в части маркировки. Например, в России и Великобритании содержание ГМО в пищевой продукции 0,9% и менее является случайной или технически неустранимой примесью и такая пищевая продукция не относится к пищевой продукции, содержащей ГМО. При маркировке такой пищевой продукции сведения о наличии ГМО не указываются [1, ст.4], если только это не преднамеренное использование ГМО. В Китае – маркировка обязательна, если содержание ГМО превышает установленный порог 0,01% [2], в Канаде маркировка о наличии ГМО является добровольной [3].

Во второй части статьи в продолжение темы рассматриваются детальные особенности аспектов маркировки в Великобритании, Канаде и Китае, выделены специфические отличия от требований в России.

Основная проблематика статьи

Ниже представлены аспекты маркировки, которые имеют различия и должны быть указаны на упаковке пищевой продукции в Великобритании, Канаде и Китае. Российские нормы имеют достаточно широкую правоприменительную практику, известны заинтересованным лицам и для сокращения объема текста не дублируются.

Наименование пищевой продукции

Наименование пищевой продукции служит для однозначного определения и понимания вида или категории продукции, которую приобретает потребитель. Требования к формированию наименования приведены в табл. 1.

Таблица 1

Требования к наименованию продукции

Государство	Требование
Великобритания	1) Название продукта не должно вводить в заблуждение и должно быть одним из трех типов: − Официальное (законодательно закрепленное за продукцией определенного состава); − Традиционное; − Описательное. 2) Наименование должно включать: − Указание на физическое состояние пищевой продукции или обработку, которой он подвергся; − Использование слова «размороженный» в случаях, когда продукция была заморожена перед продажей и продается в размороженном виде; − Указание «подвергался облучению» в случае, если пищевая продукция обработана ионизирующим излучением; − Указание использования заменяющих ингредиентов; − Для мясных и рыбных продуктов, содержащих добавленные белки, наименование пищевого продукта должно содержать указание на наличие этих белков и их происхождение; − Указание наличия добавленной воды свыше 5 % для мясных и рыбных продуктов; − Использование слов «формованное мясо» или «формованная рыба», если мясная и рыбная продукция выглядят как цельный кусок, но на самом деле представляют собой комбинацию различных кусков. 3) Товарные знаки, фирменные наименования или любые придуманные названия не могут заменять название продукта питания, но могут использоваться в дополнение к нему [4].
Канада	1) На этикетке пищевых продуктов должно быть указано общее наименование: − Предписанное общее наименование, которое может использоваться только для описания стандартизированных продуктов питания (напечатанное жирным шрифтом, но не курсивом, в соответствии с документом CFCS – Канадские стандарты состава пищевых продуктов [5]);

Государство	Требование
	− Другое общепринятое наименование (напечатанное жирным шрифтом, но не курсивом); − Общепринятое или описательное наименование. 2) Если необходимо отличить продукт от других похожих продуктов, состояние продукта должно быть частью общего названия. К нему относятся способы обработки, которые значительно изменяют истинную природу продукта, в том числе добавление или удаление компонентов. 3) Если мясной или рыбный продукт, который был заморожен, размораживается перед продажей, то на упаковке должно быть указано «предварительно замороженное». 4) Общее наименование имитационного мясного продукта или имитационного продукта из птицы должно быть общим наименованием имитирующего мясного продукта или продукта из птицы с добавлением слова «имитированный». Либо сопровождаться словами «не содержит мяса» и «не содержит мяса птицы». Такая информация должна быть расположена в непосредственной близости от общепринятого наименования и напечатана буквами как минимум того же размера и яркости, что и буквы, обозначающие общепринятое наименование [6]
Китай	1) Наименование пищевой продукции должно быть указано на видном месте этикетки и четко отражать реальную природу продукции. 2) Необходимо использовать одно из трех наименований: − Специализированное; − Эквивалентное (установленное государственным, отраслевым или местным стандартом); − Обиходное или часто употребляемое наименование. 3) Наименование продукта должно точно указывать, какой тип продукта содержится в упаковке, и не должно «вводить в заблуждение или сбивать с толку потребителя». 4) Если наименование является придуманным, оригинальным, транслитерированным, наименованием товарного знака, торговой марки или региональным просторечием, необходимо тем же размером, в непосредственной близости (и на той же панели) с таким наименованием дополнительно указывать установленное или обиходное наименование. 5) Для невведения потребителя в заблуждение по поводу реальной природы продукции, ее физического состояния или способа производства можно перед или после наименования пищевой продукции дополнительно указать соответствующие слова или словосочетания (например: восстановленный, концентрированный и т. д.) [7]

В общем виде наименование во всех государствах должно точно характеризовать реальную природу пищевой продукции и быть актуальным в современном ее контексте. В основном наименования подразделяют на стандартные или специализированные, установленные в нормативных документах, либо обиходные, которые приняты повсеместно на территории государства. В случае изменения характеристик продукции указывается информация о способах ее обработки. Использование заменителей или дополнительных характеризующих ингредиентов сопровождается указанием об этом непосредственно рядом с наименованием.

Состав ингредиентов и аллергены

Состав ингредиентов позволяет потребителям в полном объеме ознакомиться с перечнем компонентов, которые использовались при производстве той или иной продукции.

Состав ингредиентов сопровождается соответствующим заголовком, различным для каждого государства. Все придерживаются одинакового принципа – указывать ингредиенты в порядке убывания их массовой доли на момент производства. При этом ингредиенты, массовая доля которых составляет менее 2%, допустимо указывать в произвольном порядке в конце списка. В случае, если продукт содержит составной ингредиент, указывается его состав сразу после наименования ингредиента в отличие от российской нормы, которая также позволяет указывать состав многокомпонентного ингредиента в общем составе продукта, например: «маргарин (состав)» либо «гидрогенизированные растительные жиры, питьевая вода, соль,…».

Специфические особенности:

– в Великобритании является обязательным упоминание о наноматериалах, которые используются в качестве ингредиента, с соответствующей приставкой «нано»;

– в Канаде после слова «сахар» должны быть указаны все ингредиенты на основе сахара, если такие имеются в составе продукции, с обязательным указанием на них количества соли, сахара и жиров. Производители обязаны указывать количество сахара, соли и насыщенных жиров на одну порцию, и эта порция взаимосвязана с метрической системой. Маркировке подлежит любой продукт с содержанием более 15% любого из указанных ингредиентов от рекомендуемого дневного максимума. Исключением является молоко. Использование частично гидрогенизированных масел полностью запрещено [5];

– в Китае состав продукта необходимо представлять в форме таблицы. При этом, если на этикетке пищевой продукции или в инструкции особо подчеркнуто добавление или содержание какого-либо ингредиента, обладающего особой ценностью или особыми характеристиками, необходимо указать конкретное количественное содержание данного ингредиента. Также, если особо подчеркнуто малое количество или отсутствие какого-либо ингредиента, необходимо указать конкретное количественное содержание [7].

В качестве аспекта, который требует внимания, в состав ингредиентов необходимо включать перечень веществ, которые могут вызывать аллергические реакции. Список аллергенов практически идентичен, но тем не менее где-то этот список широкий и конкретизированный, а где-то более простой, с указанием групп продуктов, содержащих аллергены. Например, относительно орехов в России и Канаде установлен аллерген «орехи», в Китае – «орехи и их семена», в Великобритании – «древесные орехи (такие, как миндаль, фундук, грецкие орехи, бразильские орехи, кешью, пекан, фисташки и макадамия)».

Специфические особенности относительно указания аллергенов:

– в Великобритании допускаются различные способы выделения аллергенов на фоне других присутствующих ингредиентов в составе: с помощью шрифта, стиля или цвета. На рис. 1 представлен пример такого формата, где жирным шрифтом выделены следующие компоненты: «пшеничная мука», «сливки», «молочная сыворотка», «семена сельдерея».

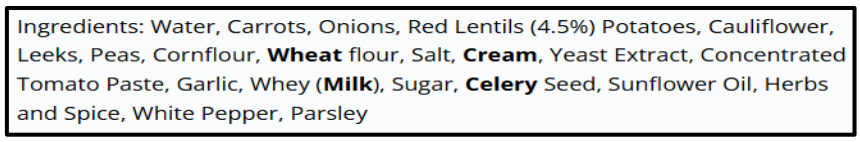

Ingredients: Water, Carrots, Onions, Red Lentils (4.5%) Potatoes, Cauliflower, Leeks, Peas, Cornflour, **Wheat** flour, Salt, **Cream**, Yeast Extract, Concentrated Tomato Paste, Garlic, Whey (**Milk**), Sugar, **Celery** Seed, Sunflower Oil, Herbs and Spice, White Pepper, Parsley

Рис. 1. Указание аллергенов в составе ингредиентов пищевой продукции Великобритании [4]

В Канаде в составе ингредиентов должен быть указан источник пищевого аллергена или глютена сразу после наименования ингредиента или компонента, в котором он применяется. Необходимо указывать источник пищевого аллергена, источник глютена и добавленные сульфиты после слова «Содержит».

Количество пищевой продукции

Количество произведенной продукции во всех государствах необходимо выражать в метрических единицах измерения в соответствии с массой или объемом продукции. Указывать количество продукции необходимо в метрической системе измерения в зависимости от состояния пищевой продукции:

– жидкое – единицы объема (л, мл) или единицы массы (г, кг);
– твердое – единицы массы (г, кг);
– полутвердое или вязкое – единицы массы (г, кг) или единицы объема (л, мл);
– в штуках при определенных условиях.

Допускается одновременное использование двух величин.

Специфические особенности:

– в Канаде маркировка количества пищевых продуктов должна включать как метрические (граммы, килограммы, миллилитры, литры), так и имперские (унции, фунты, жидкие унции, пинты, кварты, галлоны) единицы измерения массы и объема [8]. Оба набора

единиц должны быть указаны, чтобы удовлетворить как канадских, так и американских потребителей. Пример представлен на рис. 2.

–

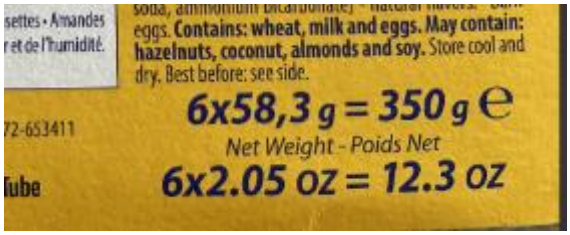


Рис. 2. Пример использования двух величин в Канаде

Кроме того, упаковка не должна предполагать наличие большего количества продукта в ней в сравнении с фактическим содержанием этого продукта [7, 1970-71-72, с. 41, с. 9].

– в Китае для обозначения количества продукции обязательно используются слова «масса нетто». Также установлена минимальная высота символов в зависимости от массы нетто, представленная на рис. 3.

Диапазон веса нетто (Q)	**Минимальная высота символов текста (мм)**
$Q \leq 50$ mL; $Q \leq 50$ g	2
50 mL < $Q \leq 200$ mL; 50 g < $Q \leq 200$ g	3
200 mL < $Q \leq 1$ L; 200 g < $Q \leq 1$ kg	4
$Q > 1$ kg; $Q > 1$ L	6

Рис. 3. Минимальная высота символов текста в мм [7]

Дата изготовления и срок годности

Дата изготовления является фактом установления времени, когда упакованная продукция готова к реализации, является точкой отсчета продолжительности срока годности пищевой продукции. Требования к содержанию такой информации представлены в табл. 2.

Таблица 2

Требования к указанию даты изготовления

Государство	**Требование**
Великобритания	Не указывается.
Канада	1) Для продуктов, которые хранятся 90 дней или менее, на упаковке должна быть указана дата упаковки. 2) Дата упаковки означает: − дату, когда продукт впервые помещается в упаковку, в которой он будет предлагаться потребителю; − дату, когда розничный продавец взвешивает расфасованный товар в упаковке, в которой он будет впервые предложен покупателю. 3) Для продуктов, которые хранятся более 90 дней, не обязательно указывать дату упаковки.
Китай	1) Необходимо отчетливо указывать дату производства. Если дата указана в виде «см. в таком-то месте упаковки», необходимо указывать конкретное место на упаковке, где расположена дата. 2) Не допускается указание дат в виде отдельного стикера, допечатки или в искаженном виде. 3) Дату обязательно указывать в следующем порядке: год, месяц, день. Год должен быть указан четырехзначным числом, однако на маленьких упаковках пищевой продукции также можно указывать год двузначным числом. Месяц и день должны быть указаны двузначными числами.

Государства придерживаются разных позиций в регулировании данной характеристики. Самые жесткие требования установлены в Китае.

Вместе с датой изготовления необходимо указывать срок годности пищевой продукции. Срок годности определяет период, в течение которого продукция является пригодной для употребления. Требования к его обозначению представлены в табл. 3.

Таблица 3

Требования к указанию срока годности

Государство	Требование
Великобритания	1) Дата минимального срока годности используется для продуктов, которые могут потерять качество, но остаться безопасными. Указывается следующим образом: − слова «использовать до» – когда дата включает указание дня; − слова «годен до» – во всех других случаях; − дата или ссылка на то, где приводится дата на этикетке. 2) Однако достаточно указывать: − день и месяц – для продуктов, которые хранятся не более 3 месяцев; − месяц и год – для продуктов, которые хранятся более 3 месяцев, но не больше 18 месяцев; − год – для продуктов, которые хранятся более 18 месяцев. 3) Срок годности используется для продуктов, которые с микробиологической точки зрения являются скоропортящимися. Указывается следующим образом: − слова «использовать до»; − дата или ссылка, где приводится дата на этикетке. 4) При замораживании мяса, мясных полуфабрикатов и необработанных рыбных продуктов дата замораживания (или дата первого замораживания, если оно производилось более одного раза) должна быть указана следующим образом: − слово «Заморожено»; − дата или ссылка на место указания даты на этикетке. 5) Дата должна быть указана в порядке: день, месяц, год[4].
Канада	1) Для продуктов, которые хранятся 90 дней или менее, на упаковке должен быть указан срок годности продукта. 2) Срок годности продукции указывается следующим образом: − слово «упаковано» должно быть указано рядом со сроком годности; − если для большей ясности необходимо указать год, в котором истекает срок годности, то год указывается первым и обозначается как минимум двумя последними цифрами года (не обязательно); − месяц указывается словами после года, если год указан, и может быть сокращен; − день месяца указывается после месяца и выражается цифрами. 3) Месяц, в котором истекает срок годности, при сокращении обозначается следующим образом, и для английского и французского языков используется только одно такое сокращение: JA – январь; FE – февраль; MR – март; AL – апрель; MA – май; JN – июнь; JL – июль; AU – август; SE – сентябрь; OC – октябрь; NO – ноябрь; DE – декабрь.

Государство	Требование
Китай	1) Необходимо отчетливо указывать срок годности продукции. Если дата указана в виде «см. в таком-то месте упаковки», необходимо указывать конкретное место на упаковке, где расположена дата. 2) Возможны следующие способы указания: − «рекомендуется употребить до» (дата); − «годен до» (дата); − «использовать до» (дата); − «срок годности до» (дата); − «годен в течение» (часов, дней, недель, месяцев, лет). 3) Не допускается указание дат в виде отдельного стикера, допечатки или в искаженном виде. 4) Дату обязательно указывать в следующем порядке: год, месяц, день. Год должен быть указан четырехзначным числом, однако на маленьких упаковках пищевой продукции также можно указывать год двузначным числом. Месяц и день должны быть указаны двузначными числами.

Специфические особенности:

− в России и Великобритании указание даты строится следующим образом: «день, месяц, год», тогда как в Канаде и Китае обозначение представлено в обратном порядке. В случае, когда год указывается лишь двумя цифрами, есть вероятность ошибочно интерпретировать информацию о дате изготовления или сроке годности продукции в контексте национального законодательства. Например, дата изготовления: «21.02.23» в России будет означать: «21 февраля 2023 года», а в Китае: «23 февраля 2021 года».

− В Канаде для указания месяца в дате используют буквы вместо цифр. На рисунке 4 представлен пример оформления даты на английском и французском языках – национальные языки Канады. В переводе маркировка означает: «упаковано 30 января 2017 года».

–

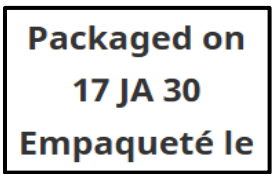


Рис. 4. Маркировка даты в Канаде

− В Великобритании существуют требования указывать «дату замораживания» для замороженной мясной и рыбной продукции.

Пищевая ценность

Указание пищевой ценности способствует пониманию рационального количества употребления той или иной продукции. Требования к ее обозначению изложены в табл. 4.

Таблица 4

Требования к указанию пищевой ценности

Государство	Требование
Великобритания	1) Обязательное заявление о пищевой ценности должно включать: − энергетическую ценность; − количество жиров, насыщенных жиров, углеводов, сахаров, белков и соли. 2) Пищевая ценность может дополнительно включать информацию о количестве компонентов: − мононенасыщенных жиров; − полинасыщенных жиров; − полиолов; − крахмала; − клетчатки;

Государство	Требование
	− витаминов или минеральных веществ, присутствующих в значительном количестве. 3) Энергетическая ценность и количество питательных веществ должны быть выражены на 100 г или на 100 мл и (или) на порцию. При этом витамины и минералы должны быть дополнительно выражены в процентах от рекомендуемых норм потребления [4].
Канада	1) На этикетке расфасованного продукта должна быть таблица пищевой ценности, содержащая информацию: − размер порции; − энергетическая ценность; − количество жира, насыщенных жирных кислот, транс-жирных кислот; − сумма насыщенных жирных кислот и транс-жирных кислот; − количество холестерина, натрия, углеводов, белка, клетчатки, сахаров, калия, кальция, железа; − интерпретирующее заявление о процентном содержании суточной нормы. («5% или меньше» – это мало, «15% или больше – это много») 2) Количество питательных веществ в таблице пищевой ценности выражается в граммах или миллиграммах на порцию.
Китай	1) Обязательное содержание в пищевой ценности включает: − информацию об энергетической ценности; − основное содержание питательных веществ и его процентное отношение к показателю содержания питательных веществ; − функции питательных веществ, отличных от основных; − пищевые добавки; − содержание транс-жиров (кислот). 2) Содержание энергетической ценности и питательных веществ должно указываться в конкретных значениях на 100 граммов (г) и (или) на 100 миллилитров (мл) и (или) порцию каждого пищевого продукта. При маркировке на порцию следует указывать объем каждой порции.

Для всех государств основными составляющими являются энергетическая ценность (калорийность) и состав макронутриентов (белки, жиры, углеводы). Указание микроэлементов (витамины и минералы) для одних является обязательным, а для других лишь второстепенным. Пищевая ценность устанавливается на 100 граммов или 100 миллилитров, а также может дополнительно указываться на порцию продукции.

Специфические особенности:

− В Канаде действуют наиболее строгие и подробные требования, предусматривающие указание большого количества питательных веществ. Информация о пищевой ценности подается в виде таблицы, в то время как в других странах может использоваться текст в свободной форме. Автор полагает, что такой формат представления информации обеспечивает единообразие и облегчает сравнение различных показателей продукции. На рис. 5 представлен пример табличного оформления указанной информации в Канаде.

Nutrition Facts
Valeur nutritive

Per 1/3 cup (30 g)* / Pour 1/3 tasse (30 g)*

Amount / Teneur	% Daily Value / % valeur quotidienne
Calories / Calories 110	
Fat / Lipides 0 g	**0** %
Saturated / saturés 0 g + Trans / trans 0 g	**0** %
Cholesterol / Cholestérol 0 mg	
Sodium / Sodium 0 mg	**0** %
Carbohydrate / Glucides 25 g	8 %
Fibre / Fibres 0 g	**0** %
Sugars / Sucres 0 g	
Protein / Protéines 2 g	
Vitamin A / Vitamine A	0 %
Vitamin C / Vitamine C	0 %
Calcium / Calcium	0 %
Iron / Fer	2 %

Рис. 5. Таблица пищевой ценности в маркировке пищевой продукции в Канаде

Также в маркировке канадской продукции обязательно указывать процентное содержание суточной нормы для каждого питательного вещества. При этом указываемый перечень питательных веществ значительно шире. В дополнение к основной информации может использоваться «символ питания», представленный на рис. 6. Этот символ позволяет определить, превышено ли суточное содержание питательных веществ (насыщенный жир, сахар, натрий) в конкретной продукции или оно находится в допустимых пределах.

Рис. 6. «Символ питания» в маркировке пищевой продукции в Канаде

– В Великобритании действует прямое требование избегать преувеличенного описания пользы продукта и строго придерживаться объективных стандартов измерения пищевой ценности [4].

– В качестве важных показателей в Великобритании и Канаде необходимо указывать количество соли и натрия соответственно. Другие страны не требуют наличия этой информации. В России существует добровольная светофорная маркировка – система добровольной цветовой индикации, разработанная Роспотребнадзором для информирования потребителей о содержании в продуктах сахара, жиров и соли.

Условия хранения и инструкции по использованию

В целях обеспечения сохранности и безопасного использования пищевой продукции в маркировке указываются условия хранения и инструкции по использованию (рекомендации и ограничения).

Государства придерживаются единообразных требований к указанию условий хранения, за исключением Канады, где необходимо указывать инструкции по хранению для продуктов,

которые хранятся не более 90 дней; для других продуктов такое требование не обязательно для применения.

Таблица 5

Требования к инструкции по использованию

Государство	Требование
Россия	Требуется разместить рекомендации и (или) ограничения по использованию, в том числе приготовлению продукции в случае, если ее использование без данных рекомендаций или ограничений затруднено либо может причинить вред здоровью потребителей, их имуществу, привести к снижению или утрате вкусовых свойств пищевой продукции [1].
Великобритания	Инструкции по использованию должны быть предоставлены таким образом, чтобы обеспечить надлежащее использование пищи. Если пищу необходимо готовить, это должно быть указано, особенно если для приготовления пищи требуется особая техника [4].
Канада	Не требуется обязательно указывать инструкции по использованию или приготовлению.
Китай	В случае необходимости, обусловленной типом продукции, возможно указание способа открытия упаковки, способа употребления, способа приготовления, способа восстановления и прочие указания, полезные для потребителя.

В целом, государства не детализируют формат представления информации об условиях хранения и инструкций по использованию. Законодательствами определен только характер указания этих данных в маркировке пищевой продукции, поэтому производители вправе сами устанавливать способы и объем подачи информации.

Наименование и местонахождение производителя

Наименование и местонахождение производителя или оператора пищевого бизнеса позволяет обеспечить возможность отслеживания продукции в случае предъявления со стороны потребителя каких-либо претензий относительно качества и безопасности пищевой продукции. В общем виде обозначение данной характеристики информации совпадает в государствах, различия существуют лишь в степени детализации.

Специфические особенности:

− В России используется официально зарегистрированное наименование, адрес юридического лица и, при несовпадении, адрес производства. Для импортной продукции необходимо указывать изготовителя и лиц, уполномоченных на принятие претензий, с их адресами.

− В других странах достаточно упоминания любого субъекта хозяйствования, от чьего имени продукт размещается на рынке.

− В Китае маркировка дополнительно должна содержать контактную информацию производителя, в которой представлен хотя бы один из следующих пунктов: телефон, факс, адрес в сети Интернет; также необходимо указание номера лицензии производителя пищевой продукции [7]. В остальных государствах такая информация не является обязательной.

Единый знак обращения на рынке

В России нанесение единого знака обращения продукции на рынке государств – членов ЕАЭС согласно требованиям ТР ТС 022/2011 свидетельствует о том, что продукция, маркированная им, прошла установленные в технических регламентах процедуры оценки соответствия и отвечает всем требованиям, которые распространяются на данную продукцию. [9].

Стоит заметить, что законодательства Великобритании, Канады и Китая не предусматривают нанесение подобных знаков. Применение единого знака обращения на рынке распространяется исключительно на государства – члены ЕАЭС.

Заключение

Государства стараются уменьшать конкретизацию различных характеристик ввиду существенного объема информации, представляемой на упаковке, предъявляя рациональный подход, который позволяет снизить смысловую нагрузку на потребителя.

В то же время в Великобритании и Канаде придерживаются более строгих и широких требований, которые позволяют увеличить осведомленность о различных свойствах и качестве приобретаемой продукции, что позволяет потребителям сформировать здоровые пищевые привычки. Наиболее полная информация о продукции и ее характеристиках установлена в Канаде, к тому же стандартизован формат ее предоставления. Это значительно повышает защиту потребителя от разночтений и дает максимально подробную информацию о продукте, а производителю позволяет избегать технических ошибок при маркировании продукции.

Оба подхода к обеспечению информированности имеют положительные стороны, которые при тех же обстоятельствах могут отрицательно повлиять на поведение потребителей. Вследствие этого в государствах ведется постоянная оптимизация требований для определения «золотой середины» между предоставлением полной информации и удобством ее восприятия потребителями.

В целом в государствах отсутствуют уникальные требования к рассмотренным аспектам маркировки. Однако существуют существенные различия, из которых критичными являются формат представления и обозначения дат и указание содержания ГМО.

Список литературы

1. Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТР ТС 022/2011) (с изменениями на 22 апреля 2024 года). Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 881. Электронный ресурс, дата обращения 10.07.2025. URL: https://labs.kodeks.ru/kodeks02/
2. Food Safety Law of the People's Republic of China. Электронный ресурс, дата обращения 10.07.2025. URL: http://www.npc.gov.cn/zgrdw/englishnpc/Law/2011-02/15/content_1620635.htm
3. Пехтерева, Е.А., Регулирование внедрения ГМО в производство продуктов питания: пример Канады, РСМ. 2023. № 1 (118). Электронный ресурс, дата обращения 02.07.2025. URL URL: https:cyberleninka.ru/article/n/regulirovanie-vnedreniya-gmo-v-proizvodstvo-produktov-pitaniya-primer-kanady
4. Regulation (EU) No 1169/2011 «On the provision of food information to consumers» of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011, amending Regulations (EC) No 1924/2006 and (EC) No 1925/2006 of the European Parliament and of the Council, and repealing Commission Directive 87/250/EEC, Council Directive 90/496/EEC, Commission Directive 1999/10/EC, Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council, Commission Directives 2002/67/EC and 2008/5/EC and Commission Regulation (EC) No 608/2004. Электронный ресурс, дата обращения 22.08.2025 URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2011/1169/oj/eng
5. Canadian Food Compositional Standards (CFCS)? Электронный ресурс, дата обращения 22.08.2025 URL: https://inspection.canada.ca/en/about-cfia/acts-and-regulations/list-acts-and-regulations/documents-incorporated-reference/canadian-food-compositional-standards-0
6. Food and Drugs Act (R.S.C., 1985, c. F-27) / Act of the Parliament of Canada. Adopted on January 1, 1985. Last amended 2025-07-27 Электронный ресурс, дата обращения 22.07.2025 URL: https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/f-27/
7. Стандарт Китая GB 7718-2011 «Государственный стандарт по безопасности пищевой продукции. Положение об этикетках расфасованной пищевой продукции» Электронный ресурс, дата обращения 20.08.2025. URL: https://connecting-asia.org/wp-content/uploads/2017/01/National-Standard-of-Food-Safety-General-standard-for-the-labelling-of-prepackaged-food.pdf
8. Consumer Packaging and Labelling Act (R.S.C., 1985, c. C-38) Электронный ресурс, дата обращения 25.04.2025. URL: https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/c-38/
9. Решение Комиссии Таможенного союза от 15.07.2011 № 711 «О едином знаке обращения продукции на рынке Евразийского экономического союза и порядке его применения» (с изменениями на 17 марта 2016 года). Электронный ресурс, дата обращения 25.04.2025. URL: https://labs.kodeks.ru/kodeks02/

References

1. Texnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza «Pishhevaya produkciya v chasti ee markirovki» (TR TS 022/2011) (s izmeneniyami na 22 aprelya 2024 goda). Utverzhden Resheniem Komissii Tamozhennogo soyuza ot 9 dekabrya 2011 goda N 881
2. Food Safety Law of the People's Republic of China. URL: http://www.npc.gov.cn/zgrdw/englishnpc/Law/2011-02/15/content_1620635.htm
3. Pextereva, E.A., Regulirovanie vnedreniya GMO v proizvodstvo produktov pitaniya: primer Kanady [Regulation of GMO Implementation in Food Production: Case Study of Canada] RSM. 2023. №1 (118). URL URL: https://cyberleninka.ru/article/n/regulirovanie-vnedreniya-gmo-v-proizvodstvo-produktov-pitaniya-primer-kanady
4. Regulation (EU) No 1169/2011 «On the provision of food information to consumers» of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011, amending Regulations (EC) No 1924/2006 and (EC) No 1925/2006 of the European Parliament and of the Council, and repealing Commission Directive 87/250/EEC, Council Directive 90/496/EEC, Commission Directive 1999/10/EC, Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council, Commission Directives 2002/67/EC and 2008/5/EC and Commission Regulation (EC) No 608/2004. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2011/1169/oj/eng
5. Canadian Food Compositional Standards (CFCS)? Электронный ресурс, дата обращения 22.08.2025 URL: https://inspection.canada.ca/en/about-cfia/acts-and-regulations/list-acts-and-regulations/documents-incorporated-reference/canadian-food-compositional-standards-0
6. Food and Drugs Act (R.S.C., 1985, c. F-27) / Act of the Parliament of Canada. Adopted on January 1, 1985. Last amended 2025-07-27 URL: https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/f-27/
7. Standart Kitaya GB 7718-2011 «Gosudarstvenny`j standart po bezopasnosti pishhevoj produkcii Polozhenie ob e`tiketkax rasfasovannoj pishhevoj produkcii» [Chinese Standard GB 7718-2011 “National Food Safety Standard General Rules for Labelling of Prepackaged Foods”] https://connecting-asia.org/wp-content/uploads/2017/01/National-Standard-of-Food-Safety-General-standard-for-the-labelling-of-prepackaged-food.pdf
8. Consumer Packaging and Labelling Act (R.S.C., 1985, p. C-38) URL: https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/c-38/
9. Reshenie Komissii Tamozhennogo soyuza ot 15.07.2011 N 711 «O edinom znake obrashheniya produkcii na ry`nke Evrazijskogo e`konomicheskogo soyuza i poryadke ego primeneniya» (s izmeneniyami na 17 marta 2016 goda) [Decision of the Customs Union Commission dated July 15, 2011 No. 711 "On the Single Mark of Product Circulation on the Market of the Eurasian Economic Union and the Procedure for Its Application" (as amended on March 17, 2016)] URL: https://labs.kodeks.ru/kodeks02/

Для цитирования
Копьёва М.А., Остапенко М.С. Управление качеством процессов формования пластиков при производстве элементов систем водоочистки / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 212–217.

УДК 658

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССОВ ФОРМОВАНИЯ ПЛАСТИКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ВОДООЧИСТКИ

***Копьёва М.А.**, аспирант кафедры станков и инструментов ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень*
***Остапенко М.С.**, доцент, канд. техн. наук, доцент кафедры станков и инструментов ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень*

В статье рассмотрены подходы к управлению качеством процессов формования пластиковых элементов, применяемых в системах водоочистки. Показано, что стабильность температурных режимов, давления и скорости охлаждения оказывает ключевое влияние на прочность и герметичность изделий. Применение статистического управления процессами (SPC), анализа дисперсий (ANOVA) и диаграмм парето позволяет выявить критические параметры и снизить долю брака на 25–30%. Предложен комплекс мер по совершенствованию технологического контроля и метрологического обеспечения.

Ключевые слова: формование пластиков, водоочистка, управление качеством, SPC, ANOVA, дефекты.

QUALITY MANAGEMENT OF PLASTIC MOULDING PROCESSES IN THE PRODUCTION OF WATER TREATMENT SYSTEM ELEMENTS

***Kopyova M.A.**, PhD student, Department of Machine Tools and Tooling, Tyumen University of Industrial, Tyumen*
***Ostapenko M.S.,** Associate Professor, PhD in Technical Sciences, Department of Machine Tools and Tooling, Tyumen University of Industrial, Tyumen*

The article presents an analysis of quality management approaches for the molding of plastic components used in water treatment systems. It demonstrates that the stability of temperature profiles, pressure, and cooling rates critically affects the strength and sealing performance of the products. The study highlights the use of Statistical Process Control (SPC), Analysis of Variance (ANOVA), and Pareto charts to identify key process parameters, leading to a reduction in defect rates by 25–30%. A comprehensive set of measures is proposed to enhance technological monitoring and metrological support, contributing to improved process reliability and product quality.

Keywords: plastic molding, water treatment, quality management, Statistical Process Control (SPC), Analysis of Variance (ANOVA), defects.

Современные системы водоочистки предъявляют высокие требования к качеству пластиковых компонентов – корпусов фильтров, электрокоагуляторов и соединительных узлов. Их надежность и герметичность во многом определяются стабильностью процессов формования, включающих нагрев, впрыск и охлаждение полимерного материала.

Дефекты, возникающие на этих этапах, – усадка, коробление, неполное заполнение формы – становятся причиной выхода оборудования из строя. Для снижения таких рисков все чаще применяются методы статистического управления процессами (SPC) и анализа влияния факторов (ANOVA), позволяющие не только фиксировать отклонения, но и выявлять их причины.

Цель настоящей работы – адаптировать методы статистического анализа, описанные в научных источниках, к процессам формования пластиков, используемых в системах водоочистки.

Цель и задачи исследования

Цель исследования – разработать подход к управлению качеством процессов формования пластиков на основе анализа литературных данных и принципов статистического контроля, применимых к производству водоочистного оборудования.

Для достижения цели решались задачи:

1. Проанализировать факторы, влияющие на качество изделий из полипропилена.
2. Систематизировать литературные данные о влиянии температуры, давления и скорости охлаждения на геометрию изделий.
3. Провести статистическую интерпретацию и определить оптимальные диапазоны технологических режимов.
4. Сформулировать рекомендации по повышению стабильности процессов и снижению дефектности изделий.

Материалы и методы

Для анализа использованы данные исследований, посвященных оптимизации литья под давлением термопластов, в том числе:

- Montgomery D.C., Introduction to Statistical Quality Control (2012);
- Moayyedian M. et al., Optimization of Injection-Molding Process for Thin-Walled Parts (2021);
- Hiyane-Nashiro G. et al., Optimization of Shrinkage and Warpage Reduction by the Taguchi Method (2022).
- На основании этих источников были выбраны типовые диапазоны параметров формования для полипропилена (ПП):
- температура впрыска: 180–220 °C;
- давление впрыска: 40–60 МПа;
- скорость охлаждения: высокая (до 2 °C/c) и низкая (до 0,8 °C/c).

Для оценки влияния факторов использованы усредненные значения F-критерия (отношение между средней дисперсией между группами и средней дисперсией в группах) и p-значений (вероятность того, что наблюдаемый результат можно объяснить случайностью), полученные в аналогичных экспериментах и приведенные в указанных публикациях.

SPC (Statistical Process Control) – это метод, который позволяет контролировать и улучшать производственные процессы с помощью статистики. Его цель – обнаружение вариаций в процессе и предотвращение дефектов до их появления [1].

ANOVA – это статистический метод, который позволяет сравнивать средние значения двух или более групп и определить, есть ли между ними статистически значимые различия [2].

ANOVA позволяет:

- определить критические факторы процесса и сосредоточить усилия на их контроле;
- оптимизировать процесс: например, поддерживать температуру в диапазоне 200–210 °C и давление ~60 МПа;
- снизить затраты, исключив излишний контроль малозначимых параметров (например, скорости охлаждения).

Результаты анализа

На основании данных из литературных источников адаптированные результаты однофакторного дисперсионного анализа для формования корпусов из ПП представлен в таблице [3, 4]:

Результаты анализа

Фактор	Диапазон параметров	Средний F-критерий	Вероятность значимости p	Интерпретация
Температура формования	180–220 °C	6,5–7,0	<0,01	Значимое влияние
Давление впрыска	40–60 МПа	4,2–4,6	<0,05	Значимое влияние
Скорость охлаждения	0,8–2,0 °C/c	1,0–1,3	>0,2	Незначимое влияние

Температура (T) является наиболее значимым фактором, влияющим на стабильность толщины стенки корпуса. При низкой температуре (180 °C) материал недостаточно пластичен, что приводит к неполному заполнению формы и уменьшению толщины в отдельных зонах. При высокой температуре (220 °C) возрастает риск чрезмерной усадки и локального коробления, что также отражается на неравномерности толщины. Оптимальный диапазон (200 °C) обеспечивает баланс между текучестью расплава и его охлаждением, что подтверждается минимальным разбросом толщины. Температура оказывает прямое и сильное влияние на геометрию изделия и должна строго контролироваться [5].

Давление литья (P) статистически значимо, но его влияние уступает температуре. При низком давлении (40 МПа) возможно неполное заполнение формы, что уменьшает толщину деталей. При повышении давления до 60 МПа качество заполнения улучшается, толщина становится более стабильной. Однако слишком высокое давление может вызвать внутренние напряжения и повысить вероятность образования микротрещин. Давление оказывает заметное, но второстепенное влияние. Оно критично для устранения брака, связанного с недоливом, но его диапазон оптимизации у́же, чем у температуры [1].

Скорость охлаждения (C). В исследуемом диапазоне фактор не показал статистически значимого влияния. Быстрое охлаждение повышает вероятность остаточных напряжений и деформаций, но в рамках данного эксперимента это не отразилось существенно на средней толщине. Медленное охлаждение обеспечивает более равномерное распределение кристаллитов в структуре материала, однако и оно не дало значимых отличий по толщине. Скорость охлаждения может влиять на другие характеристики (устойчивость к деформациям, усадку, прочность), но на толщину стенки в заданных режимах она почти не влияет.

Эти выводы полностью согласуются с результатами экспериментов, где варьирование температуры на 40 °C приводило к изменению усадки до 2,3%, и с результатами, подтверждающими линейную зависимость деформации от давления литья [3, 6].

Статистический контроль процессов (SPC)

Для оценки стабильности технологического процесса рекомендуется использовать контрольные карты Шухарта [7]. Контрольная карта Шухарта для контроля толщины стенок изделий представлена на рис. 1.

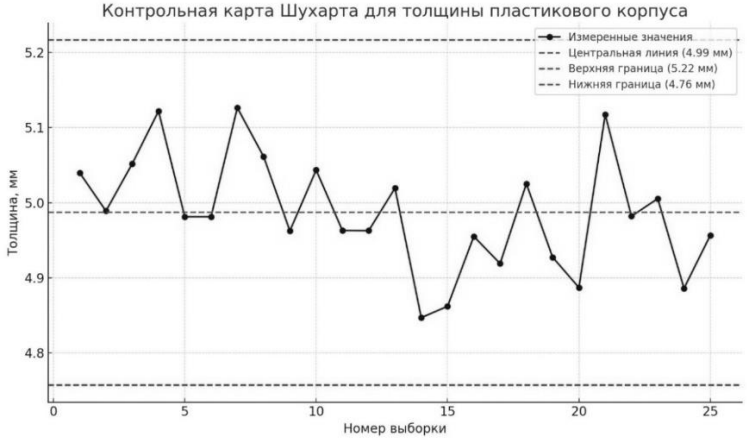


Рис. 1. Контрольная карта Шухарта для толщины пластикового корпуса

Контрольная карта Шухарта показывает стабильность процесса формования по параметру «толщина корпуса». Центральная линия – 4,99 мм, верхняя и нижняя границы – 5,22 и 4,76 мм соответственно. Все измеренные значения находятся внутри этих границ, выбросов нет. Это указывает на то, что процесс управляем, колебания толщины не превышают естественные вариации. Применение карты Шухарта позволяет вовремя выявлять отклонения и предотвращать появление дефектов на ранней стадии.

Согласно данным и обобщенной промышленной практике внедрение SPC-карт позволяет снизить вероятность дефектов в процессе литья под давлением на 15–30%, за счет своевременного обнаружения отклонений температуры и давления [3].

В исследуемых условиях производство пластиковых корпусов для систем водоочистки характеризуется аналогичными показателями: адаптация этих методов позволяет ожидать снижения доли дефектов на уровне 18–20%.

Диаграмма Парето и анализ причин брака

По литературным данным, до 70–75% всех дефектов при литье под давлением обусловлено тремя основными причинами [3, 8]:

– Неправильный температурный режим,
– Недостаточное давление впрыска,
– Геометрические отклонения.

Построение диаграммы Парето для определения приоритетных причин брака представлено на рис. 2.

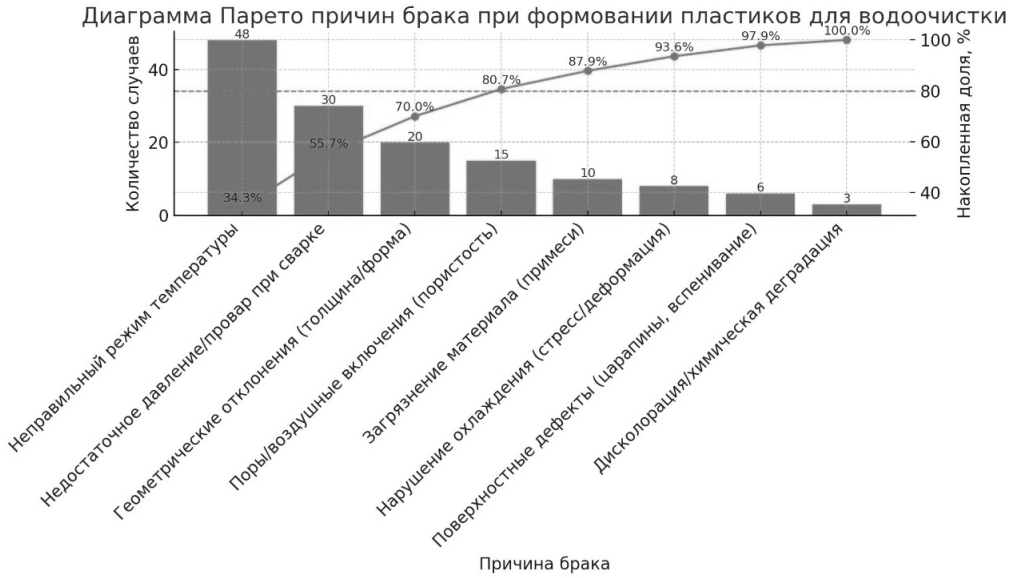


Рис. 2. Диаграмма Парето

Накопленная доля показывает, какую часть всех дефектов покрывают первые N причин. В нашем примере первые три причины («Неправильный режим температуры», «Недостаточное давление/провар при сварке», «Геометрические отклонения») дают около **70%** от общего числа случаев, а первые четыре – уже **~80,7%**.

Применение принципа Парето (80/20) к данным формования пластиковых элементов для водоочистных систем позволяет прогнозировать аналогичное распределение, что согласуется с наблюдениями на отечественных предприятиях [9].

Обсуждение

Адаптация методов SPC и ANOVA к процессам формования пластиков в производстве водоочистного оборудования подтверждает их универсальность и высокую прикладную

ценность. Использование данных инструментов позволяет не только выявлять статистически значимые факторы, влияющие на качество изделий, но и количественно оценивать степень их влияния на ключевые параметры технологического процесса – геометрическую точность, массу, однородность структуры и поверхностные дефекты [10].

На основе литературных источников были определены статистические диапазоны F- и p-значений, соответствующие различным уровням стабильности процессов литья под давлением [11]. Полученные значения хорошо согласуются с результатами промышленных наблюдений, что подтверждает достоверность и воспроизводимость методики. Эти диапазоны могут быть использованы как референсные показатели при проектировании технологических карт, разработке программ управления качеством и обучении производственного персонала методам статистического контроля [12].

Особое значение в обеспечении точности анализа имеет метрологическое обеспечение контроля параметров. Согласно требованиям ГОСТ ISO 10012–2008, систематическая калибровка средств измерений – термопар, датчиков давления и толщиномеров – является обязательным элементом системы управления качеством [13]. Проведение периодических поверок и корректировка коэффициентов преобразования позволяют снизить систематическую ошибку измерений до ±0,03 мм, что существенно повышает достоверность данных, используемых в SPC-картах, и обеспечивает корректность анализа тенденций [14]. Кроме того, внедрение процедур автоматизированной регистрации измерений способствует повышению прозрачности производственного контроля и ускоряет выявление отклонений на ранних стадиях технологического цикла.

Таким образом, интеграция методов SPC и ANOVA с метрологическим обеспечением и системой калибровки оборудования формирует замкнутый контур управления качеством, обеспечивающий устойчивость технологических процессов и снижение вероятности возникновения дефектов в готовых изделиях [15].

Заключение

В ходе исследования были проанализированы ключевые факторы, влияющие на качество изделий из полипропилена, включая температуру формования, давление впрыска и скорость охлаждения. Систематизация литературных данных позволила установить закономерности между параметрами технологического процесса и геометрической стабильностью изделий. Проведенная статистическая интерпретация экспериментальных данных дала возможность определить оптимальные диапазоны режимов, обеспечивающие минимальные искажения формы и снижение уровня внутренних напряжений.

На основании обобщенных литературных данных определено, что основными факторами, влияющими на качество пластиковых изделий, являются температура и давление формования.

Значения критериев F и p, адаптированные из работ Montgomery (2012) и Moayyedian (2021), подтверждают их статистическую значимость при уровне доверия 95%.

Применение методов SPC и диаграмм Парето позволяет выявлять до 75% причин дефектов и снижать брак в среднем на 15–20%.

Результаты подтверждают возможность использования статистических методов качества для процессов формования пластиков, применяемых в оборудовании систем водоочистки.

Список литературы

1. Parmar P.S., Deshpande V.A. Implementation of Statistical Process Control Techniques in Industry: A Review. December 2014. Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology Surat.
2. Gao Y., Liu J. Digital Twin-Based Quality Control for Injection Molding // *Procedia CIRP*. 2023. Vol. 119. P. 256–263.
3. Montgomery D.C. *Introduction to Statistical Quality Control*. New York: Wiley, 2012. 734 p.
4. Moayyedian M., et al. Optimization of Injection-Molding Process for Thin-Walled Parts // *Polymers*. 2021. Vol. 13, № 15.

5. Wu T., Zhang H. Experimental Study of Temperature and Pressure Influence on Plastic Shrinkage // *Polymer Engineering and Science*. 2020. Vol. 60(9).
6. Hiyane-Nashiro G., et al. Optimization of the Reduction of Shrinkage and Warpage in Injection Molding by the Taguchi Method // *Polymers*. 2022. Vol. 14, № 3.
7. Остапенко М.С., Холбоева У.Ш. Анализ современных инструментов управления качеством // Сб. трудов конф. Тюмень: ТИУ, 2025. С. 287–289.
8. Czepiel M., Bańkosz M., Sobczak-Kupiec A. Advanced Injection Molding Methods: Review // *Materials*. 2023. Vol. 16.
9. Махалин А.А. Контроль качества изготовления пресс-форм для литья пластмасс под давлением // *Вестник МАИ*. 2020. № 3. С. 112–119.
10. Papić L., Klochkhov Yu., Aronov J., Gazizulina A. *Systems Reliability: Statistical Analysis and Applications*. Belgrad: The Research Center of Dependability and Quality Management DQM, 2022. 164 p.
11. Mokhtar W., Nasir S.B. The Effect of Injection Molding Process Parameters on the Mechanical Properties of ABS and PP Polymer // 2024 ASEE North Central Section Conference. March 2024. DOI: 10.18260/1-2--45641. Grand Valley State University.
12. Shewhart W.A. *Economic Control of Quality of Manufactured Product*. New York: Van Nostrand, 1931. 501 p.
13. ГОСТ ISO 10012–2008. Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию. М.: Стандартинформ, 2009. 23 с.
14. Бойцов Б.В., Рахманов М.Л., Савельев А.Г., Будкин Ю.В., Куприков Н.М., Долгова Т.В., Шишкин А.В. Стандартизация в Российской Федерации: учебное пособие. М.: Изд-во МАИ, 2020.
15. Тверяков А.М. Совершенствование методов управления качеством // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2020. Т. 22, № 1 (93). С. 50–55.

References

1. Parmar P.S., Deshpande V.A. *Implementation of Statistical Process Control Techniques in Industry: A Review.* December 2014. Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology Surat.
2. Gao Y., Liu J. *Digital Twin-Based Quality Control for Injection Molding* // *Procedia CIRP*. 2023. Vol. 119. P. 256–263.
3. Montgomery D.C. *Introduction to Statistical Quality Control.* New York: Wiley, 2012. 734 p.
4. Moayyedian M. et al. *Optimization of Injection-Molding Process for Thin-Walled Parts* // *Polymers.* 2021. Vol. 13, № 15.
5. Wu T., Zhang H. *Experimental Study of Temperature and Pressure Influence on Plastic Shrinkage* // *Polymer Engineering and Science.* 2020. Vol. 60(9).
6. Hiyane-Nashiro G. et al. *Optimization of the Reduction of Shrinkage and Warpage in Injection Molding by the Taguchi Method* // *Polymers.* 2022. Vol. 14, № 3.
7. Ostapenko M.S., Kholboeva U.Sh. *Analiz sovremennykh instrumentov upravleniya kachestvom* // Sb. trudov konf. Tyumen: TIU, 2025. S. 287–289.
8. Czepiel M., Bańkosz M., Sobczak-Kupiec A. *Advanced Injection Molding Methods: Review* // *Materials.* 2023. Vol. 16.
9. Makhalin A.A. *Kontrol' kachestva izgotovleniya press-form dlya lit'ya plastmass pod davleniem* // *Vestnik MAI.* 2020. № 3. S. 112–119.
10. Papić L., Klochkhov Yu., Aronov J., Gazizulina A. *Systems Reliability: Statistical Analysis and Applications.* Belgrad: The Research Center of Dependability and Quality Management DQM, 2022. 164 p.
11. Mokhtar W., Nasir S.B. *The Effect of Injection Molding Process Parameters on the Mechanical Properties of ABS and PP Polymer* // *2024 ASEE North Central Section Conference.* March 2024. DOI: 10.18260/1-2--45641. Grand Valley State University.
12. Shewhart W.A. *Economic Control of Quality of Manufactured Product.* New York: Van Nostrand, 1931. 501 p.
13. GOST ISO 10012–2008. *Sistemy menedzhmenta izmerenii. Trebovaniya k protsessam izmerenii i izmeritel'nomu oborudovaniyu.* Moscow: Standartinform, 2009. 23 s.
14. Boytsov B.V., Rakhmanov M.L., Savelev A.G., Budkin Yu.V., Kuprikov N.M., Dolgova T.V., Shishkin A.V. *Standartizatsiya v Rossiyskoy Federatsii: uchebnoe posobie.* Moscow: Izd-vo MAI, 2020.
15. Tveryakov A.M. *Sovershenstvovanie metodov upravleniya kachestvom* // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk.* 2020. T. 22, № 1 (93). S. 50–55.

Для цитирования
Курова Д.Н. QRQC как механизм повышения эффективности системы менеджмента качества / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 218–220.

УДК 658.562

QRQC КАК МЕХАНИЗМ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Курова Д.Н., *бакалавр, ТвГТУ, Россия, г. Тверь*

Метод QRQC (Quick Response Quality Control) рассматривается как современный инструмент повышения эффективности управления качеством на производственных предприятиях. Его ключевая особенность заключается в оперативном реагировании на несоответствия непосредственно в месте их возникновения, что позволяет быстро выявлять первопричины и предотвращать повторение дефектов.

Ключевые слова: QRQC, управление качеством, оперативное реагирование, несоответствия, производственные процессы

QRQC AS A MECHANISM FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM

Kurova D. N.*, Bachelor's Student, Tver State Technical University, Russia, Tver*

The QRQC (Quick Response Quality Control) method is considered a modern tool for improving the efficiency of quality management at manufacturing enterprises. Its key feature lies in the ability to respond promptly to nonconformities directly at the point of their occurrence, which makes it possible to quickly identify root causes and prevent defect recurrence.

Keywords: QRQC, quality management, rapid response, nonconformities, production processes.

Современные производственные предприятия функционируют в условиях высокой конкуренции и ужесточения требований к качеству выпускаемой продукции. Даже незначительные дефекты или нарушения технологического процесса могут привести к финансовым потерям, ухудшению репутации компании и снижению доверия со стороны заказчиков. В связи с этим особую значимость приобретает своевременное выявление и устранение несоответствий, а также создание устойчивых систем обеспечения качества, способных оперативно реагировать на возникающие отклонения.

Одним из инструментов, позволяющих мгновенно реагировать непосредственно в месте возникновения несоответствия, является метод быстрого реагирования QRQC (Quick Response Quality Control). Такой метод позволяет не только устранить дефект, но и оперативно определить его первопричину, путем задействования коммуникации между всеми участниками в процессе производства.

Актуальность темы обусловлена не только повышением требований к качеству продукции, но и растущей ролью цифровизации, сокращения цикла обратной связи и внедрения методов оперативного управления качеством. В настоящее время QRQC находит свое применение все шире, в том числе на машиностроительных предприятиях [1].

В основе метода QRQC лежит принцип «реакции в реальном времени». Как только на производственной линии выявляется дефект или отклонение, рабочий процесс не просто

фокусирует факт несоответствия, а немедленно инициирует коллективный анализ устранения причины возникновения данного дефекта.

QRQC тесно связан с циклом PDCA (Plan–Do–Check–Act). На этапе Plan определяется первопричина выявленного несоответствия и планируются меры по его устранению; Этап Do предполагает собой оперативное внедрение этих мер непосредственно на месте; Check подразумевает проверку результативности принятых сдерживающих и корректирующих действий; Act основывается на закреплении изменений чаще всего в стандартной операционной карте или технологическом процессе.

Ключевой особенностью QRQC является активное вовлечение персонала. В отличие от традиционных систем, где анализ несоответствий проводится на уровне отдела качества, QRQC задействует сотрудников всех уровней – от оператора до руководства цеха. Это повышает точность диагностики проблемы и способствует развитию культуры качества. В процессе часто применяются визуальные инструменты: стенды, карточки проблем, маркеры дефектов. Регулярные пятиминутные совещания у производственных стендов позволяют обсуждать отклонения без затягивания процесса принятия решений.

Метод QRQC хорошо сочетается с другими инструментами анализа, такими как Анализ Парето, Диаграмма Исикавы, метод 5 Почему. В производственной среде эти инструменты анализа вместе не только позволяют структурировать возможные причины дефектов, но и помогают дойти до их корневых причин. Кроме того, они способствуют выделению приоритетных проблем, которые оказывают наибольшее влияние на качество готового изделия. Только в том случае, когда причина устранена и проведены необходимые мероприятия по ее недопущению в дальнейшем, информация фиксируется в технологической документации, а результаты обсуждаются на совещаниях качества. В конечном итоге это способствует повышению стабильности производственного процесса и снижению уровня брака продукции [2].

В России действуют как национальные стандарты, гармонизированные с международными, так и корпоративные инструкции предприятий, определяющие порядок контроля, анализа и устранение несоответствий.

Ключевым нормативным документом является стандарт ГОСТ 9001–2015, который используется как основной нормативный документ построения системы менеджмента качества для всех типов организаций, в том числе на машиностроительных предприятиях. Стандарт предписывает предприятиям выявлять несоответствия, анализировать их причины и внедрять корректирующие действия, обеспечивая тем самым устойчивость процессов и ориентацию на потребителя. В его основе лежат процессный подход и цикл PDCA, который, в свою очередь, тесно связан с методом QRQC, позволяющим сокращать время между обнаружением проблемы и ее устранением [3].

Важную роль также играет ГОСТ 9000–2015, который задает базовые принципы и понятия менеджмента качества. Наличие единых определений, таких как несоответствие, корректирующее действие, процесс или постоянное улучшение, обеспечивает корректное понимание и единообразие действий всех участников производственного цикла. Метод быстрого реагирования упирается на эти определения, позволяя точно формулировать и документировать выявленные дефекты [4].

Немаловажную роль играет также ГОСТ 15467–79, который регламентирует основные положения по управлению качеством продукции. Он формирует терминологическую базу для классификации дефектов, оценки качества и выработки единых критериев несоответствий, который важны для определения критичности и характера дефекта для последующего оперативного реагирования [5].

Дополняет нормативную основу ГОСТ 13053-2–2015, который описывает статистические методы анализа и оптимизации производственных процессов. Применение инструментов статистики, заложенных в данном стандарте, усиливает аналитическую составляющую метода QRQC, помогая не только устранить проблему, но и снизить вероятность ее повторного возникновения [6].

В рамках совершенствования производственной системы предприятий, АО «Трансмашхолдинг» был реализован пилотный проект по внедрению метода быстрого реагирования QRQC на Брянском машиностроительном заводе. Целью проекта стало сокращение времени реагирования на несоответствия и повышение устойчивости технологических процессов.

На подготовительном этапе был проведен анализ текущей системы качества, определены участки с наибольшим числом повторяющихся дефектов и сформированы QRQC-команды, включающие представителей производства, отдела технического контроля и службы главного технолога. Совещания по QRQC проводились непосредственно у производственных стендов, изображающих всю необходимую информацию для проведения анализа причин возникновения несоответствия и для инициирования мер по их устранению. Для фиксации данных применялась цифровая система QRQC, позволившая структурировать информацию и сократить задержки при передаче данных.

В ходе пилотного проекта среднее время реакции на дефекты сократилось с нескольких часов до 30–40 минут, а уровень повторяющихся несоответствий снизился на 40–60 %. Отмечено также уменьшение производственных потерь и повышение вовлеченности персонала в процессы обеспечения качества. На основе полученных результатов АО «Трансмашхолдинг» был разработан корпоративный регламент по QRQC и начато его тиражирование на другие площадки ТМХ.

Таким образом, внедрение QRQC показало высокую эффективность в ускорении процессов устранения несоответствий, повышении прозрачности производственных операций и формировании устойчивой системы управления качеством. Использование данного подхода в сочетании с цифровыми инструментами обеспечивает прозрачность производственных процессов, повышает вовлеченность персонала и способствует формированию устойчивой системы управления качеством, соответствующей современным требованиям отрасли [7].

Список литературы

1. Безбородова И. В. Применение метода постоянного улучшения на основе цикла PDCA // Известия Самарского научного центра РАН. – 2010. – № 4-4. – С. 852–860.
2. Козловский В.Н. Концепция методологии комплексной программы улучшений / В.Н. Козловский, Д.И. Благовещенский, Д.В. Айдаров, Д.И. Панюков, Р.Д. Фарисов // Стандарты и качество. – 2022. – № 7. – С. 36–42.
3. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Системы менеджмента качества. Требования. – М., 2015. 32 с.
4. ГОСТ Р ИСО 9000–2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. М., 2015. 53 с.
5. ГОСТ 15467–79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – М., 2009. 22 с.
6. ГОСТ Р ИСО 13053-2–2015. Статистические методы. Количественные методы улучшения процессов «Шесть сигм». Часть 2. Методы. – М., 2016. 47 с.
7. БМЗ внедрил на производстве систему управления качеством QRQC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rollingstockworld.ru/proizvodstvo/bmz-vnedril-na-proizvodstve-sistemu-upravleniya-kachestvom-qrqc/ (дата обращения 07.10.2025).

References

1. Bezborodova I.V. Application of the Continuous Improvement Method Based on the PDCA Cycle // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2010, no 4-4, p. 852–860.
2. Kozlovsky V.N., Blagoveshchensky D.I., Aidarov D.V., Panyukov D.I., Farisov R.D. Concept of a Comprehensive Improvement Program Methodology // Standards and Quality. 2022, no. 7, p. 36–42.
3. GOST R ISO 9001–2015. Quality Management Systems. Requirements. Moscow, 2015. 32 p.
4. GOST R ISO 9000–2015. Quality Management Systems. Fundamentals and Vocabulary. Moscow, 2015. 53 p.
5. GOST 15467–79. Product Quality Management. Basic Concepts. Terms and Definitions. Moscow, 2009. 22 p.
6. GOST R ISO 13053–2–2015. Statistical Methods. Quantitative Methods for Process Improvement “Six Sigma”. Part 2. Methods. Moscow, 2016. 47 p.
7. BMZ Implemented the QRQC Quality Management System in Production (Rules for the Citing of Sources) Available at: https://rollingstockworld.ru/proizvodstvo/bmz-vnedril-na-proizvodstve-sistemu-upravleniya-kachestvom-qrqc/ (accessed 7 October 2025).

Для цитирования
Маркевич А.В., Полякова М.А. Аналитический подход к количественной оценке достоверности результатов неразрушающего контроля / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 221–227.

УДК 620.179.16

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКЕ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Маркевич А.В., *канд. техн. наук, ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», г. Магнитогорск*
Полякова М.А., *д-р техн. наук, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск*

Устойчивое развитие предприятия оценивается с точки зрения обеспечения качества продукции, оптимизации ресурсов и внедрения инноваций. Неразрушающий контроль является одним из эффективных методов получения измерительной информации об имеющихся внутренних дефектах. Разработан аналитический подход, позволяющий количественной оценить степень достоверности результатов неразрушающего контроля. Использование графической интерпретации статистической информации о существующих несплошностях металлопроката позволяет установить границы правильной отбраковки, недобраковки и перебраковки.

Ключевые слова: устойчивое развитие, неразрушающий контроль, достоверность, измерительная информация, металлопродукция, несплошность.

AN ANALYTICAL APPROACH TO QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE RELIABILITY OF NON-DESTRUCTIVE TESTING RESULTS

Markevich A.V., *PhD of Technical Sciences, Magnitogorsk Iron and Steel Works, Magnitogorsk*
Polyakova M.A., *Doctor of Technical Sciences, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk*

Sustainable development of the enterprise is assessed from the point of view of quality management, optimization of resources, and innovations. Non-destructive testing methods is one of the effective methods to obtain measurement information about existing internal defects. An analytical approach has been developed that makes it possible to assess quantitatively the degree of reliability of non-destructive testing results. Application of the graphical interpretation of statistical information about existing discontinuities in rolled steel products allows to establish the boundaries of correct rejection, under-rejection, and over-rejection.

Keywords: sustainable development, non-destructive testing method, reliability, measurement information, metal product, discontinuity.

Введение

Современные рыночные отношения представляют собой сложный комплекс взаимодействий производителей и потребителей. Своевременная реакция производителя на постоянно изменяющиеся условия рынка является залогом его успешного и устойчивого развития. Одним из ключевых факторов, определяющих конкурентоспособность предприятия, является возможность производителя поддерживать баланс собственных и потребительских

интересов за счет использования конкурентных преимуществ – значительного накопленного опыта производства, внедрения новых технологических или технических решений, а также путем поддержания высокого качества продукции. Таким образом, качество в совокупности с экономическими показателями выступает основным критерием оценки перспектив устойчивого развития любого промышленного предприятия.

В условиях массового производства с большим объемом размерно-марочного сортамента продукции, единым технологическим циклом и непрерывной загрузкой основного технологического оборудования возникает необходимость оценки и прогнозирования эффективности деятельности всей технологической системы по возможному достигаемому уровню качества готовой продукции с минимальным воздействием на окружающую среду. Очевидно, что обеспечение требуемого уровня качества продукции, конкурентоспособности и повышение результативности производства должны рассматриваться с точки зрения совокупности экономических, социальных и экологических аспектов. При этом должны быть минимизированы затраты, связанные как с «повседневным» функционированием технологического процесса, так и с освоением инновационной металлопродукции.

Любой технологический процесс производства продукции различного назначения обязательно включает контроль ее качества, важнейшими целями которого являются определение брака и проверка самого процесса производства продукции. Наибольшее распространение на металлургических предприятиях получил технический контроль, представляющий собой определенную проверку полного соответствия готовой конечной металлопродукции либо регламентированным в нормативной и технической документации, либо установленным на предприятии требованиям и нормам. При этом проводят не только контроль готовых металлоизделий, но и сырья, вспомогательных материалов, сборных конструкций и др.

Для определения качества продукции применяются разные методы контроля. В большинстве случаев на производстве используется сразу несколько методов, что важно для получения объективной оценки. На этапе измерения особую важность приобретает «достоверность контроля», т.е. достоверность оценки качества по результатам контроля. Само понятие достоверность контроля в различных источниках формулируется по-разному, под этим понятием могут пониматься надежность, точность, объективность, эффективность контроля [1, 2].

Технологический процесс производства металлопродукции является сложным многооперационным многостадийным процессом, в основе которого лежат процессы различной физической и химической природы [3, 4].

Особо важное место в системе технического контроля занимают методы неразрушающего контроля. Неразрушающий контроль – контроль, при котором производится оценка характеризующих продукцию свойств, признаков и параметров, протекающий без их изменения и при сохранении ресурса изделия. Данный вид контроля реализуется как на основе оценки взаимодействия излучений и полей различной физической природы с материалами объекта контроля, так и на изучении закономерностей деградационных процессов. После осуществления данного вида контроля не нарушается пригодность продукции к использованию [5, 6].

Однако использование неразрушающих методов контроля требует не только использования специального измерительного оборудования. Точность и достоверность измерительной информации при использовании неразрушающих методов контроля зависит от множества объективных и субъективных факторов. В настоящее время отсутствуют алгоритмы и модели, позволяющие количественно оценить степень достоверности результатов неразрушающего контроля. С этой точки зрения целью настоящего исследования является разработка алгоритма, позволяющего повысить достоверность информации, получаемой при проведении контроля неразрушающими методами на основании научно обоснованных решений с использованием математической обработки результатов измерений.

Методы исследования

В настоящее время использование неразрушающих методов контроля регламентируется следующими стандартами Российской Федерации: ГОСТ ISO 17636-1–2017 Неразрушающий контроль сварных соединений. Радиографический контроль. Часть 1, ГОСТ Р ИСО 9934-1–2011 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. Часть 1. Основные требования, ГОСТ Р ИСО 10893-9–2024 Трубы стальные бесшовные и сварные. Часть 9. Ультразвуковой метод автоматизированного контроля расслоений в рулонах/листах для производства сварных труб, ГОСТ Р 55724–2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые, ГОСТ Р 56510–2015 Метрологическое обеспечение в области неразрушающего контроля, ГОСТ Р 56512–2015 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. Типовые технологические процессы, ГОСТ Р 56542–2019 Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов, ГОСТ Р 55612–2013 Контроль неразрушающий магнитный. Термины и определения, ГОСТ Р 58399 2019 Контроль неразрушающий. Методы оптические. Общие требования, ГОСТ Р 70652–2023 Контроль неразрушающий. Методы оптические. Системы технического зрения. Общие требования, ГОСТ 7512–82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод (с Изменением № 1), ГОСТ 22727–88. Прокат листовой. Методы ультразвукового контроля, ГОСТ 24507–80. Контроль неразрушающий. Поковки из черных и цветных металлов. Методы ультразвуковой дефектоскопии, ГОСТ 30415–96. Сталь. Неразрушающий контроль механических свойств и микроструктуры металлопродукции магнитным методом.

В каждом из этих нормативных документов регламентирован порядок проведения неразрушающего контроля для конкретных видов металлоизделий. При этом от результата выбора объекта контроля непосредственным образом зависит, какой метод неразрушающего контроля будет использован для проведения анализа.

Немаловажным фактором является определение времени, в течение которого следует проводить контроль. Например, если результаты неразрушающего контроля проводятся для отсортировки готовой продукции, тогда анализируемый период будет короче по сравнению с тем, когда получаемая в результате проведения данного вида контроля информация будет необходима для определения причин возникновения имеющихся в объекте контроля несоответствий.

При проведении неразрушающего контроля следует учитывать, что имеющийся дефект может быть выявлен, пропущен или перебракован по ложным сигналам. При использовании недостоверных результатов как потребитель продукции, так и производитель несут определенные риски. Так, для потребителя риски могут выражаться, например, в разрушении конструкции при использовании дефектной металлопродукции, а для производителя – в необходимости применения дополнительных мер либо по переработке дефектной продукции, либо по организации перебраковки объекта контроля [7].

Результаты исследования и их обсуждение

Необходимость разработки аналитического подхода, позволяющего количественно оценить достоверность информации, получаемой в результате проведения неразрушающего контроля, обусловлена следующими причинами. Прежде всего, это наличие широкой номенклатуры изделий, например металлоизделий, для которых применяются различные методы неразрушающего контроля. При этом следует учитывать, что контролируемые металлоизделия отличаются по габаритным размерам и форме. Немаловажным фактором также является то, что при наличии в металлоизделиях внутренних дефектов, которые не выявлены другими методами контроля, может привести к разрушению конструкции в целом либо к возникновению аварийной ситуации.

С этой точки зрения первым этапом разработки подхода для количественной оценки достоверности результатов неразрушающего контроля является выбор единицы продукции [8]. Под этим понимается отдельный элемент металлоизделия, который подвергается неразрушающему контролю. Это может быть либо полуфабрикат (сляб или горячекатаный

раскат), либо готовая металлопродукция (горячекатаный лист или холоднокатаный рулон). Каждая единица продукции имеет одинаковую прямоугольную форму в поперечном сечении, но с различными линейными размерами.

Основной задачей неразрушающего контроля является обнаружение в объектах контроля дефектов (несплошности, структурные неоднородности, отклонения размеров и физико-механических свойств материала от значений, нормированных в нормативной и технической документации), которые могут располагаться в единице продукции в различных зонах, в соответствии с чем они делятся на поверхностные (выходящие наружу), подповерхностные (расположенные на глубине около 1–2 мм под поверхностью объекта) и внутренние (отстоящие от поверхности на 1–2 мм и более). Данный аспект также оказывает влияние на вероятность обнаружения того или иного дефекта.

Вполне очевидно, что аналитические исследования должны основываться на наличии статистически значимой информации о количестве несплошностей, которая может быть представлена в виде гистограммы (рис. 1) [10]. При этом исходя из практики проведения неразрушающего контроля металлопроката статистически значимыми считаются несплошности, которые занимают условную площадь от 5 до 30 мм^2.

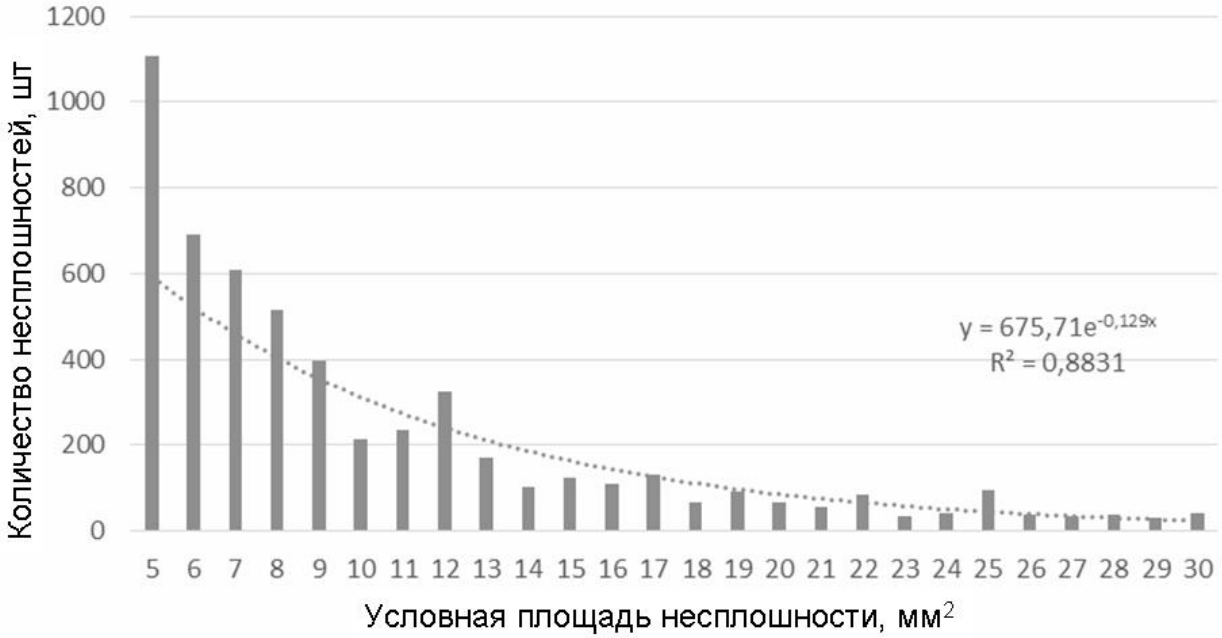


Рис. 1. Статистически значимый диапазон количества несплошностей стального металлопроката

Модель экспоненциального распределения основана на предположении, что вероятность возникновения пропорциональна размеру дефекта. Это означает, что чем меньше размер дефекта, тем больше вероятность его появления. Тогда линию тренда можно описать следующим уравнением

$$y = 675{,}71 \cdot e^{-0{,}129x},$$

где x – условная площадь, занимаемая отдельной несплошностью, мм^2.

Для оценки точности измерительной информации, полученной неразрушающим контролем, необходимо ее сравнить с информацией, полученной разрушающим методом (металлографический метод анализа) (рис. 2).

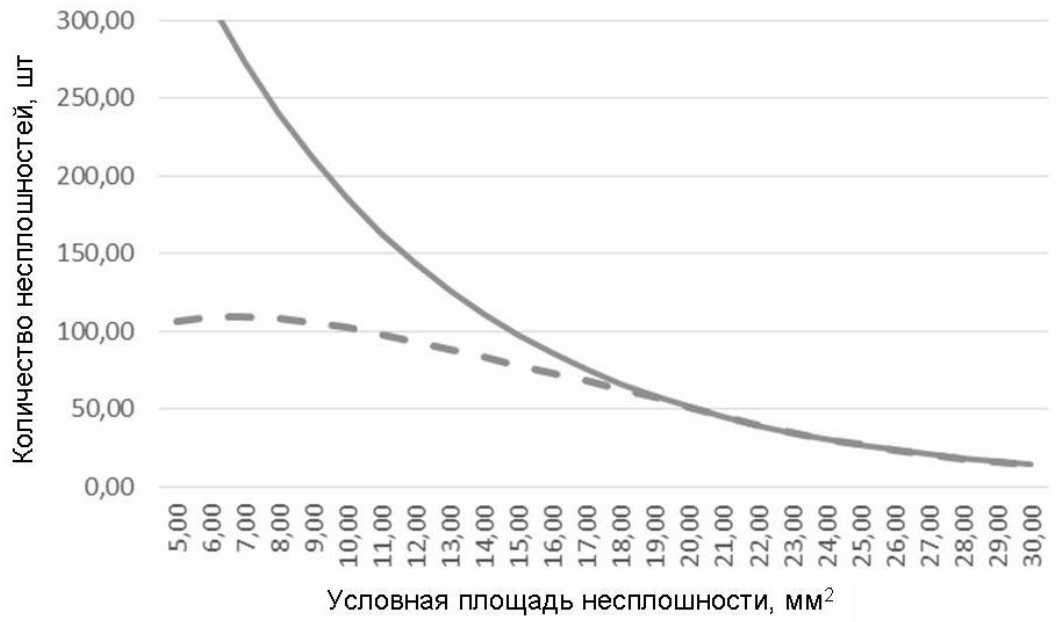


Рис. 2. Количество несплошностей стального металлопроката, выявляемых ультразвуковым методом контроля (сплошная линия) и металлографическим методом (пунктирная линия)

Рассмотрим применение разработанного аналитического подхода для определения годности стального металлопроката. Предположим, что потребитель примет металлопродукцию к использованию, если размер условной площади несплошности будет около 14 мм^2 (рис. 3). То есть если в стальном металлопрокате будут обнаружены дефекты большего размера, то такая металлопродукция будет считаться для данного потребителя негодной.

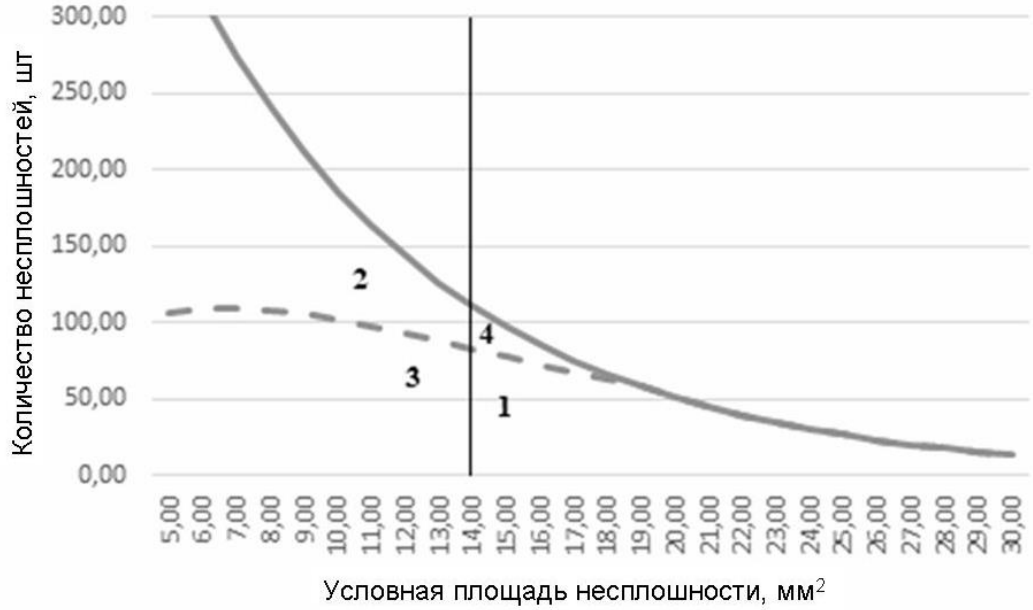


Рис. 3. Области определения годности стального металлопроката (на примере несплошности условной площадью 14 мм^2): 1 – соответствует правильной отбраковке; 2 – правильная оценка годности; 3 – область ошибок от перебраковки; 4 – область недобраковки

Если провести линию, соответствующую данному нормированному между потребителем и производителем значению, то на графике получим четыре области. По

размеру каждой из этих областей можно судить о годности металлопродукции, а также количественно оценить результаты неразрушающего контроля.

Таким образом, разработанный подход позволяет получить объективную информацию о вероятности возникновения ошибок при неразрушающем контроле металлопродукции. Регламентирование допустимого условного размера несплошностей позволяет снизить вероятность возникновения ошибок типа «перебраковка» и «недобраковка», что, в свою очередь, приведет к снижению производственных издержек на использование специальных мер по повышению достоверности контроля.

Выводы

На достоверность измерительной информации, получаемой неразрушающими методами контроля, влияют различные объективные и субъективные факторы. Для обеспечения точности получаемых данных необходимо использовать аналитические подходы, позволяющие количественно оценить и проанализировать статистическую информацию о результатах контроля. С другой стороны, следует учитывать, что размеры дефектов, определяемые неразрушающими методами, могут отличаться от действительности. Разработанная последовательность действий, направленная на получение количественной оценки достоверности результатов контроля, основана на допущении, что вероятность возникновения дефекта обратно пропорциональна его размеру, т.е. чем меньше размер дефекта, тем больше вероятность его появления. С практической точки зрения разработанный аналитический подход позволяет объективно анализировать имеющуюся производственную информацию о выявляемых дефектах, что является основой для разработки технических и технологических мероприятий по устранению причин их возникновения.

Список литературы

1. Модели обеспечения достоверности и доступности информации в информационно-телекоммуникационных системах / М.Ю. Монахов, Ю.М. Монахов, Д.А. Полянский, И.И. Семенова; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. – 208 с.
2. Петровская О. В. Принцип достоверности в информационном праве: дис….канд. юр. наук. – М., 2001. – С. 17–41.
3. Голубчик Э.М. Адаптивное управление качеством металлопродукции // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2014. – № 1. – С. 63–69.
4. Полякова М.А., Голубчик Э.М. Особенности управления качеством металлопродукции в многообъектных технологических системах // Качество. Инновации. Образование. – 2023. – № 4 (186). – С. 3–11.
5. Неразрушающий контроль: справочник. В 7 т. / под общ. ред. В.В. Клюева. М.: Машиностроение, 2004.
6. Дефекты стальных слитков и проката: справочное издание / В.В. Правосудович, В.П. Сокуренко, В.Н. Данченко и др. М.: Интермет Инжиниринг, 2006. 384 с.: ил.
7. Маркевич А.В. Оценка рисков производителя и потребителя при выявлении недостоверных результатов контроля // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докл. 83-й междунар. научно-техн. конф. (Магнитогорск, 21–25 апр. 2025 г.). – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2025. – Т. 1. – С. 109.
8. Маркевич А.В., Полякова М.А. Применение методов неразрушающего контроля для выявления дефектов горячекатаного металлопроката // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – Вып. 3. – С. 285–291.
9. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2024625686. База данных «DSH&CR» / А.В. Маркевич, В.А. Щенникова, А.С. Сотников, М.А. Полякова (RU) : правообладатель ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». – № 2024625406 ; заявл. 21.11.2024 ; опубл. 03.12.2024.
10. Маркевич А.В., Полякова М.А., Конищев А.В. О необходимости количественной оценки достоверности определения внутренних дефектов металлопроката // Контроль. Диагностика. – 2025. – Т. 28, № 2. – С. 30 – 37.

References

1. M.Yu. Monakhov, Yu.M. Monakhov, D.A. Polyanskii, I.I. Semenova. Models for ensuring the reliability and availability of information in informational and telecommunication systems. Vladimir. Gos. Univ. named after A.G. and N.G. Stoletov. Vladimir, 2015. 208 p.
2. Petrovskaya O.V. The principle of reliability in information law. PhD thesis (Jur.Sci.). Moscow, 2001, pp. 17–41.

3. Golubchik E.M. Adaptive quality management of metal product. Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2014, no. 1, pp. 63–69.
4. Polyakova M.A., Golubchik E.M. Peculiarities of metal product quality management in multiobject technological systems. Quality. Innovations. Education, 2023, no. 4(186), pp. 3–11.
5. Non-destructive testing: handbook. In 7 vols. Ed. V.V. Kluev. Moscow: Machinostroeniye, 2004.
6. V.V. Pravosudovich, V.P. Sokurenko, V.N. Danchenko et al. Defects of steel casts and rolled product : handbook edition. Moscow: IntermetEngineering, 2006, 384 p.
7. Markevich A.V. Risk assessment for manufacturer and customer when identifying unreliable control results. Actual problems of present science, techniques, and education: Proc. 83th Sci.-Tecn. Conf. Magnitogorsk, 2025, Vol. 1, P. 109.
8. Markevich A.V., Polyakova M.A. Application of non-destructive testing methods to detect the defects of hot-rolled metal products. Izvestiya Tula State University. Technical Sciences, 2024, Vol. 3, pp. 285–291.
9. Database Registration Certificate RU 2024625686. Database «DSH&CR». A.V. Markevich, V.A. Shchennikova, A.S. Sotnikov, M.A. Polyakova. Copiright Holder Nosov Magnitogorsk State Technical University. № 2024625406, declared 21.11.2024, published 03.12.2024.
10. Markevich A.V., Polyakova M.A., Konishchev A.V. About the necessity to assess quantitatively the reliability of determining the internal defects in rolled metal products. Control. Diagnostics, 2025, Vol. 28, no. 2, pp. 30 – 37.

Для цитирования
Мухин М.П., Одиноков С.А. *Оценка зрелости и устойчивое развитие системы менеджмента качества / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 228–233.*

УДК 65.018

ОЦЕНКА ЗРЕЛОСТИ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Мухин М.П.*, аспирант кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация», ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», г. Москва*
Одиноков С.А.*, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры 1105 «Управление качеством и сертификация», ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва*

В статье рассматривается проблема объективной оценки уровня развития системы менеджмента качества в организации, выходящая за рамки традиционного сертификационного аудита. В качестве ключевого элемента для глубокой диагностики предлагается рассматривать построение и анализ эффективных обратных связей, которые являются основой для саморегулирования и устойчивого развития системы. Основное внимание в работе уделяется методологии, связывающей реализацию каждого из принципов менеджмента качества с конкретными, измеряемыми параметрами информационных потоков.

Ключевые слова: система менеджмента качества, принципы менеджмента качества, обратная связь, зрелость системы менеджмента.

MATURITY ASSESSMENT AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM

Mukhin M.P., Postgraduate student of the Department of Standardization, Metrology and Certification, Moscow Polytechnic University, Moscow
Odinokov S.A., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department 1105 "Quality Management and Certification", Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow

The article discusses the problem of an objective assessment of the level of development of the quality management system in an organization, which goes beyond the traditional certification audit. As a key element for in-depth diagnostics, it proposes to consider the construction and analysis of effective feedback loops, which are the basis for self-regulation and sustainable development of the system. The main focus of the article is on the methodology that links the implementation of each of the quality management principles to specific, measurable parameters of information flows.

Keywords: quality management system, quality management principles, feedback, maturity of the management system.

Введение

В настоящее время поддержание конкурентоспособности организации напрямую зависит от пристального внимания к собственной системе управления качеством, включая ее систематическую проверку, оценку и непрерывное развитие [1]. Ключевым и наиболее распространенным инструментом верификации сегодня выступает сертификация на соответствие требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 9001–2015 или производных от него

нормативных документов. Прохождение данной процедуры, безусловно, предоставляет компании весомые преимущества, такие как повышение качества продуктов, укрепление репутации, оптимизация бизнес-процессов и снижение издержек [2]. Тем не менее, в текущих реалиях сам факт обладания сертификатом трансформировался из конкурентного преимущества в базовое, стартовое условие для ведения бизнеса. Настоящим вызовом становится переход от простого соответствия к построению зрелой и устойчиво развивающейся системы, способной адаптироваться к изменениям и проактивно управлять своим состоянием, для чего эффективно могут использоваться цифровые технологии [3].

Даже типовая система качества, построенная на стандартных требованиях, обладает значительным скрытым потенциалом для дальнейшего роста, который необходимо использовать более полно и эффективно. Фундаментом для ее развития служат принципы менеджмента качества (ПМК), призванные обеспечить высокий уровень зрелости [4]. Стандарт ГОСТ Р ИСО 10014-2021 предлагает руководящие указания по проведению самооценки на основе этих принципов. Данная работа, в свою очередь, предлагает совершенствовать этот подход, чтобы повысить его точность и практическую ценность. Это достигается за счет детального анализа ключевых процессов, отражающих каждый из принципов, с фокусом на выявлении и интегральной оценке действующих в них контуров обратной связи [5]. Такой подход рассматривает обратную связь как структурированный процесс анализа и обмена информацией, который необходим для ведения деятельности и напрямую связан с менеджментом рисков [6]. Качество, скорость и точность этого информационного обмена определяют способность организации принимать своевременные и корректные управленческие решения, основанные на данных [7].

Основная проблематика статьи

Задачи, которые решаются в данном подходе, достаточно разнообразны. Он включает в себя непрерывный мониторинг основных процессов, что обеспечивает получение объективной оценки их результативности и эффективности. Вместе с тем он позволяет своевременно выявлять несоответствия или отклонения от запланированных показателей. Таким образом, организованная обратная связь становится инструментом для обнаружения и нейтрализации как внешних, так и внутренних негативных факторов, вызывающих появление рисков, оказывающих воздействие на качество результата. Эффективное управление для этого информационными потоками является залогом не просто стабильности, но более устойчивого развития системы, ее способности к самосовершенствованию и адаптации в динамичной среде.

Функционирование процессов обратной связи предлагается рассматривать на двух иерархических уровнях (см. рис. 1.).

Первый уровень − локально-диагностический. На этом уровне производится декомпозиция всей СМК на составляющие элементы в соответствии с семью принципами менеджмента качества (ПМК), закрепленными в ГОСТ Р ИСО 9000–2015. Для каждого принципа идентифицируются ключевые процессы и контуры обратной связи, после чего для них определяются количественные показатели эффективности. Цель этого уровня − провести детальную диагностику и выявить, какие именно аспекты СМК функционируют эффективно, а какие являются «узкими местами» и требуют первоочередного вмешательства.

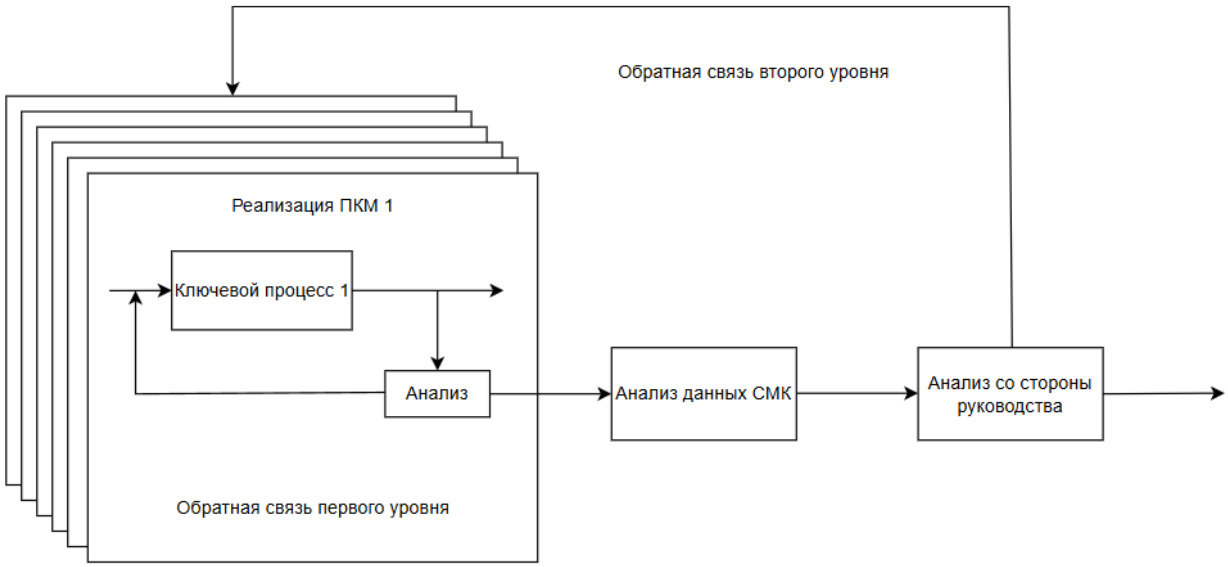


Рис. 1. Модель управления на основе оценки обратных связей при реализации ПМК

Второй уровень – интегрально-стратегический. На этом уровне происходит агрегация показателей, полученных на первом уровне. Локальные оценки по каждому из семи принципов сводятся в единый интегральный показатель зрелости СМК. Этот обобщенный показатель предназначен для высшего руководства и позволяет оценить общее состояние системы в динамике, сравнить его с целевыми или отраслевыми значениями и принять стратегические решения о распределении ресурсов для дальнейшего совершенствования системы.

Более подробно процесс представлен на рис. 2.

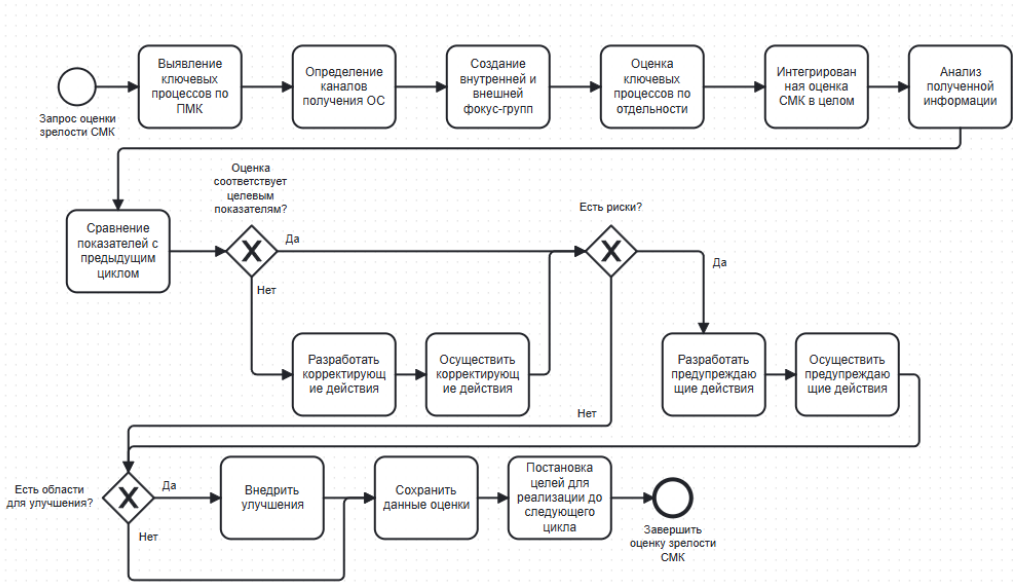


Рис. 2. Подробная модель управления на основе оценки обратных связей при реализации ПМК

Для эффективной реализации отдельных ПМК может потребоваться использование ряда процессов и операций, но в начале исследования можно ограничиться оценкой ключевых из них. Для этого определяется последовательность действий для осуществления обратной связи и также выделяется основная операция для оценки, представленные в таблице.

Примеры ключевых процессов и типовых видов обратных связей

	Ключевые процессы ПМК	**Типовые виды обратной связи (основная операция)**	**Респонденты**
ПМК1	Определение и выполнение требований потребителей	Анализ удовлетворенности потребителей	Потребители
ПМК2	Определения целей и задач организации и их реализация	Проверка степени выполнения целей и задач	Руководители
ПМК3	Создание внутренней среды, обеспечивающей вовлеченность работников	Анализ удовлетворенности работников	Работники
ПМК4	Процесс построения внутренних и внешних связей	Анализ эффективности внутренних и внешних связей	Поставщики, работники, потребители
ПМК5	Планирование и выполнение основных и вспомогательных процессов СМК	Оценка результативности и эффективности процессов	Высшее руководство (анализ СМК со стороны руководства)
ПМК6	Непрерывное улучшение СМК, процессов, продукции и услуг	Подтверждение степени улучшения	Работники подразделения контроля качества

Стоит отметить, что принцип менеджмента качества «Принятие решений на основе свидетельств» играет центральную роль в управлении, основанном на обратных связях. Оценка реализации всех принципов должна осуществляться в рамках требования СМК «Анализ данных», что обеспечивает подготовку объективных материалов для последующего анализа со стороны руководства и принятия решений по улучшениям. Дополнительным вектором анализа становится оценка качества самой обратной связи по таким общим и специфическим показателям, как ее результативность, эффективность, устойчивость, чувствительность и надежность. Особое значение имеет показатель эффективности, так как он напрямую связывает деятельность в рамках СМК с экономическими результатами предприятия, позволяя оценить, насколько рационально тратятся ресурсы на получение информации и ее обработку.

Рассмотрим подробнее, как контуры обратной связи и соответствующие им показатели эффективности реализуются для каждого принципа.

Для принципа «Ориентации на потребителя», ключевой информационный поток которого циркулирует между клиентом и компанией, эффективность измеряется через два показателя. Это индекс потребительской лояльности (NPS), отражающий готовность клиентов рекомендовать компанию, и коэффициент удержания клиентов (CRR), который демонстрирует реальную способность бизнеса сохранять долгосрочные отношения. Такой выбор позволяет получить комплексную картину, NPS выступает опережающим индикатором будущего роста, тогда как CRR подтверждает текущую стабильность.

Эффективность «Лидерства», проявляющаяся в двусторонней связи между руководством и сотрудниками, оценивается не по личным качествам, а по результатам построенной системы. Для этого используются индекс вовлеченности персонала, измеряемый через анонимные опросы, и процент каскадирования стратегических целей, показывающий, какая доля сотрудников имеет персональные KPI, связанные с целями СМК. Первый показатель демонстрирует созданную мотивирующую среду, а второй – насколько четко стратегия доведена до исполнителей.

Принцип «Вовлеченности персонала» реализуется через сбор инициатив от сотрудников. Его успешность отражают индекс инновационной активности, то есть среднее число внедренных предложений на одного работника, и коэффициент абсентеизма. Сочетание

высокой инновационной активности с низким абсентеизмом свидетельствует о здоровом организационном климате и проактивной позиции коллектива.

Для процессного подхода, где информационный поток обеспечивает мониторинг стабильности, ключевыми метриками выступают эффективность цикла процесса (PCE) и стоимость низкого качества (CoPQ). Если PCE оценивает временную эффективность, показывая долю времени создания ценности, то CoPQ дает прямую экономическую оценку потерь от брака и переделок, что в совокупности позволяет принимать взвешенные решения по оптимизации.

Принцип «Улучшение» строится на замкнутом цикле устранения проблем, и его динамика измеряется средним временем закрытия корректирующего действия (CA/PA Cycle Time) и рентабельностью инвестиций в улучшения (ROI). Первый показатель характеризует скорость реакции системы на сбои, а второй оценивает экономическую целесообразность изменений, превращая управление качеством в инвестиционную деятельность.

Эффективность принятия решений на основе свидетельств зависит от качества преобразуемых в информацию данных. Она определяется индексом достоверности данных, оценивающим их полноту и точность, и долей процессов под статистическим управлением. Очевидно, что принятие верных решений невозможно без точных исходных данных и адекватных методов их анализа.

Наконец, менеджмент взаимоотношений с поставщиками, направленный на обеспечение качества на входе, оценивается через интегрированный рейтинг поставщика и процент партий, принятых с первого предъявления. Рейтинг позволяет комплексно управлять качеством поставок, а процент приемки служит оперативным индикатором стабильности партнеров, от которых напрямую зависит качество конечного продукта.

На втором, стратегическом уровне модели происходит агрегация полученных локальных оценок. Для этого предлагается следующий алгоритм.

Значения показателей эффективности для каждого принципа менеджмента качества переводятся в единую безразмерную шкалу, например от 1 до 5 баллов, где 1 – критический уровень, а 5 – целевой или лучший в отрасли.

Для каждого ПМК рассчитывается средневзвешенная оценка на основе нормализованных баллов его KPI. Весовые коэффициенты могут быть определены экспертно в зависимости от текущих стратегических приоритетов компании.

Итоговый показатель рассчитывается как средневзвешенное значение оценок всех семи принципов.

Результаты представляются в виде лепестковой диаграммы, где каждая ось соответствует одному из принципов. Такая диаграмма наглядно демонстрирует «профиль зрелости» СМК. Идеальной является форма правильного семиугольника максимальной площади. Любые «впадины» на диаграмме указывают на проблемные зоны, требующие внимания. Пример такой диаграммы представлен на рис. 3.

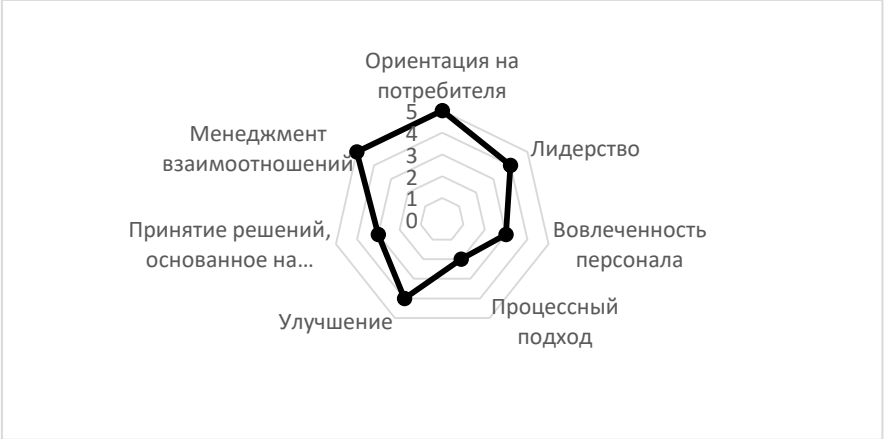


Рис. 3. Пример оценки

Применение системы оценки зрелости, структурированной на основе принципов менеджмента качества, предоставляет организации комплекс значимых преимуществ. Ключевыми из них являются:

– повышение точности в диагностике и определении уровня взаимодействия между всеми участниками бизнес-процессов, от поставщиков до конечных потребителей;

– создание возможностей для своевременного выявления и целенаправленного устранения «узких мест» и сбоев;

– формирование способности оказывать позитивное влияние на укрепление и развитие партнерских отношений со всеми заинтересованными сторонами;

– обеспечение основы для реализации цикла непрерывного совершенствования как внутренних процессов, так и качества конечной продукции или услуг;

– усиление конкурентоспособности организации на рынке за счет внедрения прагматичного и регулярного механизма оценки степени зрелости системы менеджмента качества.

Заключение

По итогам проведенного исследования была применена модель управления, основанная на оценке обратных связей при реализации принципов менеджмента качества. Систематическая оценка качества обратных связей в рамках каждого принципа позволяет получить ясные и объективные результаты, характеризующие текущий уровень зрелости системы менеджмента качества организации. Благодаря своей универсальности и адаптируемости предложенная модель может быть успешно имплементирована в организациях с различными направлениями деятельности. Таким образом, полученные в ходе исследования результаты могут служить прочным фундаментом для дальнейших научных изысканий и практических разработок в данной области.

Список литературы

1. Кабилова Ю.А., Сергеева И.Г. Оценка уровня зрелости системы менеджмента качества организации по сертификации // Экономика и экологический менеджмент. 2021. № 4. С. 113–121.
2. Сушников Виктор Александрович, Черненькая Людмила Васильевна, Черненький Андрей Владимирович Самооценка организации как инструмент достижения устойчивого успеха организации // Известия ТулГУ. Технические науки. 2023. № 4. С. 454–459.
3. Васильев Виктор Андреевич, Александрова Светлана Викторовна Цифровые технологии в управлении качеством // Известия ТулГУ. Технические науки. 2020. № 10. С. 35–40.
4. ГОСТ Р ИСО 9001–2015 «Системы менеджмента качества. Требования». 2015. С. 20.
5. ГОСТ Р ИСО 10014–2021 «Руководящие указания по достижению экономического эффекта в системе менеджмента качества». 2008. С. 12.
6. Аристов О.В. Управление качеством: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 222 с.
7. Швец В.Е., Тавер Е.И. Цифровая трансформация систем менеджмента качества: проблемы и перспективы // Стандарты и качество. – 2020. – № 7. – С. 60–64.

References

1. Kabilova Yu.A., Sergeeva I.G. Assessment of the maturity level of an organization's quality management system by certification // Economics and Environmental Management. 2021. No. 4. Pp. 113–121.
2. Sushnikov V.A., Chernen'kaya L.V., Chernen'kiy A.V. Self-assessment of an organization as a tool for achieving sustainable success // Izvestiya of Tula State University. Technical sciences. 2023. No. 4. Pp. 454–459.
3. Vasil'ev V.A., Aleksandrova S.V. Digital technologies in quality management // Izvestiya of Tula State University. Technical sciences. 2020. No. 10. Pp. 35–40.
4. GOST R ISO 9001–2015 "Quality management systems. Requirements". 2015. P. 20.
5. GOST R ISO 10014–2021 "Guidance for realizing financial and economic benefits in a quality management system". 2008. P. 12.
6. Aristov O.V. Quality Management: Textbook. – M.: INFRA-M, 2021. – 222 p.
7. Shvets V.E., Taver E.I. Digital transformation of quality management systems: problems and prospects // Standards and Quality. – 2020. – No. 7. – Pp. 60–64.

Для цитирования
Наумов Н.П., Чуйков С.С. Анализ актуальности и развитие стандарта ГОСТ 3882–74 «Сплавы твердые спеченные» / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 234–239.

УДК 006.74

АНАЛИЗ АКТУАЛЬНОСТИ И РАЗВИТИЕ СТАНДАРТА НА СПЛАВЫ ТВЕРДЫЕ СПЕЧЕННЫЕ

Наумов Н.П., *аспирант, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень*
Чуйков С.С., *канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень*

Анализ актуальности стандарта ГОСТ 3882–74 «Сплавы твердые спеченные» направлен в целях развития отечественного стандарта. Потенциальное развитие стандарта способно предоставить результаты как для исследователей свойств материалов и режущих инструментов, давая четкое представление об объектах исследования, так и для непосредственно металлообрабатывающих предприятий, где данная информация может способствовать увеличению эффективности их деятельности.

Ключевые слова: твердые сплавы, сменная многогранная пластина, СМП, покрытие, классификация, маркировка, стандарт.

ANALYSIS OF THE RELEVANCE AND DEVELOPMENT OF A STANDARD FOR SINTERED HARD ALLOYS

Naumov N.P., *Student, Tyumen Industrial University, Tyumen*
Chuikov S.S., *Candidate of Technical Sciences, Tyumen Industrial University, Tyumen*

The analysis of the relevance of GOST 3882-74 "Sintered Hard Alloys" is aimed at developing a domestic standard. The potential development of the standard could provide results both for researchers studying the properties of materials and cutting tools, providing a clear understanding of the objects of study, and for metalworking companies themselves, where this information could contribute to improving their operational efficiency.

Keywords: hard alloys, replaceable multi-faceted insert, indexable inserts, coating, classification, marking, standard.

Действующий стандарт ГОСТ 3882–74 «Сплавы твердые спеченные. Марки» [1] распространяется на твердые сплавы, предназначенные для изготовления режущего и горного инструмента, а также деталей, работающих в условиях интенсивного износа. Документ устанавливает основные требования к химическому составу, физико-механическим свойствам и областям применения этих материалов.

С момента своего утверждения в 1974 году стандарт неоднократно корректировался, в него вносились изменения и дополнения, направленные на гармонизацию с международным стандартом ISO 513–75, который классифицирует твердые сплавы по группам применения и условиям эксплуатации.

Отечественный стандарт выделяет три основные группы сплавов – ВК, ТК и ТТК, отличающиеся типом твердой фазы и составом связующей основы. В качестве связующего элемента используется, как правило, кобальт, реже – никель или железо. В стандарте подробно

определены такие характеристики, как предел прочности при изгибе (Н/мм²), плотность, твердость по шкале HRA, а также соотношение фаз и массовая доля компонентов (WC, TiC, TaC и др.).

Одним из существенных достоинств стандарта является наличие четкой системы описания состава и свойств каждой марки сплава, что обеспечивает возможность сопоставительного анализа их эксплуатационного поведения. Такая структурированная информация позволяет инженерам и исследователям проводить анализ зависимости характеристик износостойкости, теплопроводности и прочности при резании от состава и структуры сплава.

В последующих дополнениях к ГОСТ 3882–74 было введено приложение, определяющее области применения каждой марки. В нем приводятся рекомендации по выбору сплавов для конкретных видов обработки (черновая, получистовая, чистовая), типы режущего инструмента, условия работы (непрерывное или прерывистое резание), а также группы обрабатываемых материалов в соответствии с классификацией ISO (P, M, K и др.).

Несмотря на то, что ГОСТ 3882–74 частично опирается на положения международного стандарта ISO 513–75 в части групп применения и рекомендаций по режимам резания, его функциональность в современных условиях остается ограниченной. С момента последнего обновления прошло несколько десятилетий, и за это время произошли существенные изменения в области разработки твердых сплавов и технологий их производства.

Современные исследования направлены на:

- модификацию состава сплавов с введением дополнительных карбидов (TiC, TaC, NbC, VC) и комплексных соединений;
- изучение поведения сплавов при реальных условиях резания с использованием цифровых систем измерения температуры, вибраций и износа режущей кромки;
- внедрение новых методов спекания (SPS, HIP, FAST и др.), обеспечивающих более плотную структуру и мелкозернистую морфологию;
- нанесение многослойных и наноструктурированных покрытий, повышающих стойкость инструмента к термо- и абразивному износу;
- постобработку поверхности (ионная имплантация, лазерная подготовка), которая улучшает адгезию покрытия и снижает вероятность сколов.

Все эти достижения современной науки и техники не нашли отражения в действующей редакции ГОСТ 3882–74, что существенно ограничивает его применимость при разработке и оценке новых поколений твердосплавного инструмента. В связи с этим возникает необходимость пересмотра и актуализации стандарта с учетом современных материаловедческих и технологических достижений, а также требований цифрового машиностроения и промышленной аналитики.

Анализ последних публикаций исследований показывает, что исследователи экспериментируют с составами пластин [2], постобработкой изделий [3], новыми методами изготовления [4] и составами покрытий и методами их нанесений и проводят исследование поведения резцов в условиях резания металлов [5, 6, 7, 8]. Результаты таких исследований направлены на увеличение эксплуатационных характеристик, что даст огромный прирост производительности металлообрабатывающих предприятий.

Краткие результаты нескольких исследований:

- Были получены образцы композита сталь-порошковая прослойка-твердый сплав [2], что потенциально может использоваться для новых видов твердых сплавов.
- Проведено исследование влияния ионного облучения на сплав ВК8 [3], в результате чего повышается ресурс режущего инструмента.
- Был представлен новый эффективный метод изготовления сплава ВК из механоактивированных порошков методом искрового плазменного спекания [4], что потенциально может увеличить выпуск твердых сплавов ВК или других групп при апробации метода для других групп твердых сплавов.

– Проводились исследования температур в процессе резания [5], которые показали важность влияния температуры на процесс резания, что позволит использовать более эффективные режимы обработки.

Результаты вышеописанных исследований, безусловно, дают свои плоды, давая новые способы увеличения эксплуатационных характеристик режущих пластин, однако такое разнообразие направлений с трудом поддается стандартизации.

В связи с этим можно выделить несколько проблем, связанных с маркировкой твердых сплавов для режущего инструмента:

– Микроструктура / размер зерна / распределение фаз: стандарт не регламентирует требования к зернистости, межзеренным фазам, пористости и др., что существенно влияет на износ и надежность при высоких нагрузках.
– Ограниченность в покрытиях: ГОСТы не охватывают современные покрытия (PVD, CVD, мульти-слойные, нанопокрытия) и их влияние на эксплуатационные свойства.
– Температурная стабильность/жаропрочность: недостаточно норм, описывающих поведение при высоких температурах, циклах нагрева-охлаждения.

В сравнении с зарубежными стандартами, в частности стандартами ISO, отечественный стандарт отстает в области требований к покрытиям, методикам испытаний. Однако стандарты ISO регламентируют группы применения и методики подбора режимов резания для инструмента из твердых сплавов, а состав сплава, покрытия сменных многогранных пластин, конкретные рекомендации к подбору режимов резания остаются на усмотрение производителей (Sandvik Coromant, Kennametal, ISCAR, Tungaloy).

Международные стандарты ISO, а также нормативные документы ведущих мировых производителей инструмента активно развиваются в направлении интеграции характеристик покрытия, микро- и наноструктуры, а также эксплуатационных характеристик твердых сплавов.

ISO 513 [9] представляет собой международный стандарт, который описывает классификацию и применение твердых режущих материалов, включая твердые сплавы, керамику, алмаз и нитрид бора, для обработки металлов с использованием режущих кромок. Этот стандарт устанавливает основные группы применения и их обозначения, что способствует унификации в непосредственной практике применения инструмента.

В то время как ISO 513 предоставляет общие рекомендации по классификации, ведущие европейские производители инструмента, такие как Sandvik Coromant, Kennametal, Tungaloy Iscar и другие, разрабатывают собственные внутренние регламенты, которые более детально учитывают характеристики покрытия, микро- и наноструктуру материалов. Эти стандарты включают в себя информацию о типах покрытий (например, TiN, TiAlN, AlTiN), их влиянии на износостойкость, термостойкость и химическую стойкость инструментов. Кроме того, учитываются параметры микро- и наноструктуры, такие как размер зерна, распределение фаз и плотность упаковки, которые существенно влияют на эксплуатационные характеристики инструментов.

Каталоги производителей инструмента позволяют повысить эффективность применения инструмента из твердых сплавов за счет того, что предлагают более конкретные диапазоны режимов резания, основываясь на проводимых производителем испытаниях и физико-технических характеристиках изделий. Однако данный подход ведет к тому, что предприятие, использующее их продукцию, закрывается в инструментальной экосистеме одного производителя и переход или совмещение инструмента другого производителя становится крайне затруднительным ввиду того, что между собой они могут быть не совместимы. У каждого производителя свои внутренние стандарты на состав сплава, его покрытия, физико-технические характеристики и режимы резания, обоснованные коммерческой тайной, когда на деле составы изделий могут мало отличаться друг от друга.

В связи с вышеописанной ситуацией в стандартизации состава режущих пластин из твердых сплавов предлагается расширить уже имеющуюся маркировку по аналогии с маркировками ISO 513. Предполагается, что маркировка должна включать в себя обозначения

марки сплава, группу применения, структурный состав изделия, в частности размер зерен, метода изготовления, постобработки, наличие покрытий и их характеристики, такие как толщина и состав. Пример маркировки представлен на рис. 1.

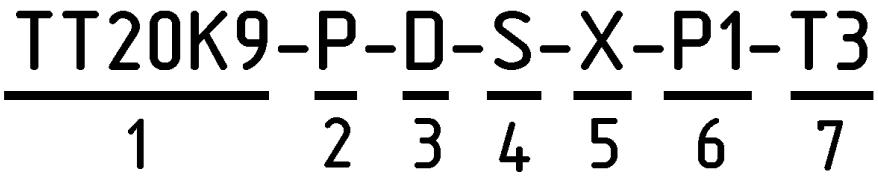


Рис. 1. Расширенная маркировка твердого сплава, где: 1) – марка твердого сплава, 2) группа применения, 3) размер карбидного зерна, 4) метод изготовления, 5) вид постобработки, 6) тип покрытия, 7) толщина покрытия

Более подробное описание предполагаемой кодировки для расширенной маркировки:

- Марка сплава – традиционная маркировка (ВК, ТК, ТТК и др.)
- Группа применения – как в ISO / ГОСТ: P, M, K, N, S, H и др.
- Размер карбидного зерна – буквенные обозначения (A, B, C, …)
- Метод изготовления – S, U, H, C и др.
- Постобработка – X, Y, Z, W, V и др.
- Покрытие – P1, P2, P3 …
- Толщина покрытия – t1, t2, t3, t4

Расшифровка кодировки:

– Размер зерна:
  –A - < 0,2 μm
  –B - 0,2 … 0,5 μm
  –C - 0,5 … 1,0 μm
  –D - 1,0 … 2,0 μm
  –E - 2,0 … 4,0 μm
  –F - > 4,0 μm
– Метод изготовления:
  –S - традиционное прессование + спекание
  –U - U-FAST / SPS / FAST
  –H - HIP / изостатическое уплотнение
  –C - альтернативные методы / инфильтрация / комбинированные
– Постобработка / модификация поверхности:
  –X - без обработки (как спечено)
  –Y - лазерная абляция / подготовка поверхности
  –Z - ионная имплантация / легирование
  –W - ударная / термообработка
  –V - градиентные переходные слои / переходная структура
– Покрытие (тип):
  –P1 - PVD TiN / TiAlN / подобные
  –P2 - PVD многослойные
  –P3 - CVD (Al_2O_3, TiCN и др.)
  –P4 - DLC / аморфные / специальные покрытия
  –P5 - композиционные / градиентные / сложные покрытия
– Толщина покрытия (интервалы)
  –t1 - < 1 μm

–t2 - 1 … 2 μm
–t3 - 2 … 5 μm
–t4 - > 5 μm

Это будет способствовать более понятному представлению о свойствах изделия, его физико-технических характеристиках, модели поведения в условиях реального применения в качестве материала режущего инструмента.

В таблице указаны примеры маркировки твердого сплава для имеющихся режущих пластин.

Пример расширенной маркировки резцов из твердых сплавов

Марка сплава	**Группа применения**	**Размер зерна**	**Метод изготовления**	**Пост-обработка**	**Покрытие**	**Толщина покрытия**
ВК6	P	C	S	X	P1	T3
ВК8	P	D	S	X	P0	T1
Т5К10	P / M	C	S	X	P1	T3
Т14К8	P	D	S	X	–	–
ТТ8К6	P / M	C	S	X	P1	T3
ТТ20К9	P / M	D	S	X	P1	T3

В связи с активным развитием исследований, посвященных изучению свойств твердых сплавов как в процессе их эксплуатации, так и при резании металлов сменными многогранными пластинами, возникает необходимость в совершенствовании системы их идентификации. Современные работы, направленные на анализ структуры, фазового состава и поведения сплавов под нагрузкой, показывают, что характеристики материала (такие, как распределение внутренних напряжений, изменение твердости при нагреве или прочность на изгиб) существенно влияют на результаты обработки [10].

Предлагаемая унифицированная система маркировки позволит отразить ключевые физико-механические параметры твердых сплавов, включая особенности структуры, способ изготовления, вид постобработки и тип покрытия. Благодаря этому у технологов и инженеров появится возможность точнее подбирать оптимальные режимы резания, основываясь на конкретных свойствах материала, а не только на общих рекомендациях производителя. Это особенно актуально при разработке автоматизированных систем подбора режимов резания и в рамках концепции «цифрового производства».

Введение унифицированной маркировки также позволит снизить зависимость потребителей от конкретных производителей, обеспечивая взаимозаменяемость изделий и долговременную устойчивость снабжения. При исчезновении определенной марки с рынка технолог сможет подобрать аналог, ориентируясь на структурно-технологические характеристики, а не на коммерческое название.

Кроме того, единая система обозначений создаст предпосылки для накопления и анализа статистических данных о поведении твердых сплавов при различных условиях эксплуатации. Это позволит формировать базы данных, проводить сравнительный анализ, выявлять зависимости между составом, микроструктурой и эксплуатационными свойствами, а также совершенствовать технологические процессы изготовления сплавов.

В то же время реализация подобной системы маркировки сопряжена с определенными рисками для производителей твердосплавного инструмента. Основная проблема заключается в потенциальном раскрытии элементов коммерческой тайны, связанных с составом сплавов, технологией спекания или параметрами покрытий. Поэтому разработку новой редакции стандарта необходимо осуществлять во взаимодействии с промышленными предприятиями и научно-исследовательскими организациями, чтобы обеспечить баланс между требованиями открытости и сохранением интеллектуальной собственности. Такой подход позволит

минимизировать возможные риски для производителей, повысить доверие участников рынка и стимулировать их заинтересованность в стандартизации.

В перспективе внедрение единой маркировки может стать важным шагом к созданию национальной базы данных по отечественным и зарубежным сплавам, что будет способствовать развитию отрасли инструментальных материалов, укреплению позиций российских производителей на рынке и повышению уровня технологической независимости.

Список литературы

1. ГОСТ 3882–74. Сплавы твердые спеченные. Марки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://meganorm.ru/Data2/1/4294824/4294824365.pdf.
2. Г.М. Зеер, Е.Г. Зеленкова, А. А. Шубин [и др.] Исследование диффузионного соединения твердого сплава ВК6 и стали 45 через порошковые слои Ni/Co // Металлы. – 2024. – № 6. – С. 57–66.
3. А.М. Бадамшин, В.С. Ковивчак, Д.А. Полонянкин, С. Н. Поворознюк. Модификация твердого сплава WC-Co при воздействии мощного ионного пучка наносекундной длительности // Ползуновский вестник. – 2024. – № 1. – С. 258–263. – DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.033.
4. Буравлева А.А., Коростелин Р.И., Буравлев И.Ю., Чуклинов С.В. Получение твердого сплава WC-10 мас.% Co методом искрового плазменного спекания механоактивированных порошков // Вестник Югорского государственного университета. – 2023. – Т. 19. – №2. – С. 53–60.
5. Anne V., Tobias P., Johannes P., Mathias H., Berend D., Alexander K., Alexander M Influence of Cemented Carbide Composition on Cutting Temperatures and Corresponding Hot Hardnesses // Materials. – 2020. – №13
6. Riad H., Said B., Abdelaziz L., Olivier D., Henri-Michel M. Investigation of the tribological behaviour of WC/TiC based cermets in contact with Al2O3 alumina under high temperature // De Gruyter. – 2018. – № 4.
7. Богодухов С. И., Козик Е. С., Свиденко Е.В. Влияние термической обработки на прочность и износостойкость сплава Т15К6 // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2016. – №11
8. Mucha, K.; Augustyn-Nadzieja, J.; Szczotok, A.; Krauze, K. An Improved Procedure for the Quality Control of Sintered Carbide Tips for Mining Applications, Based on Quantitative Image Analysis of the Microstructure // Materials. – 2021. – №14
9. ГОСТ Р ИСО 513–2019. Материалы твердые режущие. Классификация и применение. Обозначение групп применения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://meganorm.ru/Data2/1/4293726/4293726586.pdf
10. Артамонов, Е. В. Повышение работоспособности сменных твердосплавных пластин путем снятия внутренних напряжений / Е. В. Артамонов, С. С. Чуйков // Омский научный вестник. – 2010. – № 2(90). – С. 42–44.

References

1. GOST 3882–74. Sintered hard alloys. Brands, Available at: https://meganorm.ru/Data2/1/4294824/4294824365.pdf (accessed 15 September 2025).
2. G. M. Zeer, E. G. Zelenkova, A. A. Shubin [et al.] Issledovaniye diffuzionnogo soyedineniya tverdogo splava VK6 i stali 45 cherez poroshkovyye sloi Ni/Co, Metally, 2024, no. 6, pp. 57–66.
3. A. M. Badamshin, V. S. Kovivchak, D. A. Polonyankin, S. N. Povoroznyuk. Modifikatsiya tverdogo splava WC-Co pri vozdeystvii moshchnogo ionnogo puchka nanosekundnoy dlitel'nosti, Polzunovsky Vestnik, 2024, no. 1, pp. 258–263, DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.033.
4. Buravleva A. A., Korostelin R. I., Buravlev I. Yu., Chuklinov S. V. Polucheniye tverdogo splava WC–10 mas.% Co metodom iskrovogo plazmennogo spekaniya mekhanoaktivirovannykh poroshkov, Vestnik Yugorskogo gosudarstvennogo universiteta, 2023, vol. 19, no. 2, pp. 53–60.
5. Anne V., Tobias P., Johannes P., Mathias H., Berend D., Alexander K., Alexander M. Influence of Cemented Carbide Composition on Cutting Temperatures and Corresponding Hot Hardnesses, Materials, 2020, no. 13.
6. Riad H., Said B., Abdelaziz L., Olivier D., Henri-Michel M. Investigation of the tribological behaviour of WC/TiC based cermets in contact with Al_2O_3 alumina under high temperature, De Gruyter, 2018, no. 4.
7. Bogodukhov S. I., Kozik E. S., Svidenko E. V. Vliyaniye termicheskoy obrabotki na prochnost' i iznosostoykost' splava T15K6, Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov, 2016, no. 11.
8. Mucha K., Augustyn-Nadzieja J., Szczotok A., Krauze K. An Improved Procedure for the Quality Control of Sintered Carbide Tips for Mining Applications, Based on Quantitative Image Analysis of the Microstructure, Materials, 2021, no. 14.
9. GOST R ISO 513–2019. Hard cutting materials. Classification and application. Designation of application groups, Available at: https://meganorm.ru/Data2/1/4293726/4293726586.pdf (accessed 17 September 2025).
10 Artamonov E. V., Chuikov S. S. Povysheniye rabotosposobnosti smennykh tverdosplavnykh plastin putem snyatiya vnutrennikh napryazheniy, Omskiy nauchnyy vestnik, 2010, no. 2(90), pp. 42–44, Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19099215 (accessed 20 September 2025).

Для цитирования
Недвигин Л.А. Применение принципов системы менеджмента качества в разработке нормативной документации по управлению персоналом на производственных площадках нефтегазового сектора. / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 240–243.

УДК 2.5.22

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В РАЗРАБОТКЕ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПЕРСНАЛОМ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПЛОЩАДКАХ НЕФТЕГАЗОВОГО СЕКТОРА

Недвигин Л.А., *магистрант, ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина», г. Москва*

В статье рассматривается взаимосвязь системы менеджмента качества и процесса управления персоналом на производственных площадках нефтегазового комплекса. Принципы процессного подхода, лидерства и приверженности, вовлечения персонала и осведомленности, принятия решений, основанных на фактах, постоянного улучшения и мониторинга, управления знаниями компании и мотивации персонала позволяют создать структуру разработки нормативной документации для повышения эффективности процесса управления персоналом.

Ключевые слова: система менеджмента качества, управление персоналом, производственная площадка, стандарт организации, нефтегазовый комплекс, процессный подход, нормативная документация.

APPLICATION OF QUALITY MANAGEMENT SYSTEM PRINCIPLES IN THE DEVELOPMENT OF REGULATORY DOCUMENTATION ON HR MANAGEMENT AT PRODUCTION SITES IN THE OIL AND GAS SECTOR

Nedvigin L.A., *master's student, National University of Oil and Gas «Gubkin University», Moscow*

The article examines the relationship between the quality management system and the human resource process at oil and gas production sites. The principles of a process-based approach, leadership and commitment, employee engagement and awareness, fact-based decision-making, continuous improvement and monitoring, company knowledge management, and employee motivation enable the development of a framework for regulatory documentation to improve the effectiveness of the human resource process.

Keywords: quality management system, human resource management, production site, company standard, oil and gas complex, process approach, regulatory documentation.

Нефтегазовый комплекс занимает значительное место в экономике России. В последнее время все большее внимание уделяется безопасности и надежности оборудования для повышения уровня конкурентоспособности на рынке. Но стоит отметить, что при проведении оценки рисков деятельности производственных площадок (включая площадки нефтегазового комплекса) большую долю влияния имеет не только уровень технологического обеспечения предприятий, но и человеческий фактор. В связи с этим большой интерес вызывает вопрос повышения эффективности управления производственным персоналом на предприятиях по добыче, переработке, хранению и транспортировке нефти и нефтепродуктов, так как данный вид деятельности достаточно специфичен и известен ряд инцидентов на предприятиях, связанных с низким уровнем компетентности персонала, отсутствием четких инструкций и невнимательностью, усталостью и так далее.

Взаимосвязь принципов системы менеджмента качества с процессом управления человеческими ресурсами поднимали в своей статье «Формирование и развитие механизма управления персоналом в системе менеджмента качества предприятия» кандидат социологических наук Баранова И.П. и аспирант Сакович А.А. Одной из основных мыслей работы является то, что «анализ деятельности предприятия, получившего сертификацию в соответствии со стандартом ГОСТ Р ИСО 9001 [1], дает возможность сформировать и развить кадровый потенциал, который поможет повысить конкурентоспособность компании и развивать инновационную составляющую» [2]. Рассмотрим более подробно взаимосвязь основных принципов системы менеджмента качества в разработке внутренней нормативной документации системы менеджмента предприятия.

Сложное оборудование, зачастую работающее в экстремальных условиях (избыточное давление, высокие температуры, агрессивные среды), серьезные экологические последствия при возникновении аварий и угроза жизни и здоровью человека требуют ответственного подхода. Успешное функционирование производственных площадок по добыче и переработке нефти заключается в повышении качества не только самого оборудования, но и процесса управления персоналом, который за этим оборудованием осуществляет трудовую деятельность. Перед работодателем стоит задача создать условия труда в соответствии с действующим законодательством и сформировать четкую структуру документации системы менеджмента, которая позволяет сформировать системный подход к управлению человеческими ресурсами и минимизировать риски, связанные с человеческим фактором. Так, обязанность работодателя «обеспечивать безопасность и условия труда, соответствующие государственным нормативным требованиям охраны труда» устанавливает Трудовой кодекс Российской Федерации [3], а документация системы менеджмента качества помогает реализовать эти требования и интегрировать в процессы, протекающие в компании.

Мощным инструментом в формировании структуры документации по управлению персоналом является применение системы менеджмента качества. ГОСТ Р ИСО 9000 [4] устанавливает принципы, применение которых позволяет сформировать правильный подход при разработке внутренней документации на предприятии.

Принцип процессного подхода смещает фокус с результата на процесс. В данном случае руководителю необходимо четко понимать структуру каждого процесса на предприятии. Описательная часть отражает все нюансы трудовой деятельности на площадке. На данном этапе целесообразной становится разработка технологических инструкций и инструкций по охране труда, например, инструкций при работе с химическими веществами или инструкций при работе с оборудованием, работающим под избыточным давлением. В документах системы менеджмента подробно описываются операции и определяется зона ответственности персонала. Разделение бизнес-процессов компании на основные, поддерживающие и общесистемные (возможно применение альтернативной градации) позволяет структурировать всю документацию и оптимизировать процедуру поиска. Особенностью является наличие инструкций по управлению документированной информацией и записями. Внимание работника в данном случае будет направлено не на конечный продукт, а на качественное осуществление всех операций технологической инструкции по детально описанному алгоритму.

Принцип лидерства и приверженности определяет роль руководства в функционировании системы менеджмента на предприятии и инициирует формирование четкой структуры трудовых отношений. Положения о подразделениях и должностные инструкции устанавливают соответствующие связи «начальник – подчиненный», описывают полномочия, связи по должности, должностные обязанности и прочие аспекты, необходимые для успешного выполнения трудовых функций. Согласно ГОСТ Р ИСО 9004 [5] «по каждому процессу следует назначить лицо или группу лиц (часто именуемых «Владелец процесса»), в зависимости от характера процесса и культуры организации с четкой ответственностью и полномочиями для определения, поддержания в рабочем состоянии, управления и улучшения процесса и его взаимодействия с другими процессами, на которые он влияет и которые влияют

на него». Как правило, «Владелец процесса» является лидером производственной группы, который должен обладать соответствующими личностными качествами для эффективного осуществления управленческой деятельности с целью эффективного выполнения задач рядовыми сотрудниками.

Принцип вовлечения персонала и осведомленности предполагает полное понимание производственным персоналом глобальных тенденций траектории развития компании и активное участие в их реализации. Этот аспект детально описан в ГОСТ Р ИСО 45001 [6]. Данный стандарт относится к родственной системе менеджмента и устанавливает требования к безопасности труда и охране здоровья. В тексте видим прямую отсылку к вышеупомянутому принципу: «вовлечение персонала повышает способность организации создавать и предоставлять ценность для заинтересованных сторон». В связи с этим руководство должно обеспечивать функционирование таких документов системы менеджмента, как политика в области качества и цели в области качества, что в конечном счете ведет к улучшению качества протекающих в организации процессов и, как следствие, и улучшению качества продукта на выходе. Важно то, что с миссией, видением, ценностями, культурой и стратегией развития бизнеса должны быть ознакомлены не только руководители, но и рядовые сотрудники – производственный персонал. В таком случае возможен результативный обмен информацией для выявления слабых мест в деятельности предприятия.

ГОСТ Р ИСО 9001 [1] описывает необходимость принятия решений, основанных на фактах. Различные отчеты по итогам периодов (месяц, квартал, год) позволяют наглядно оценить результативность протекающих на производстве процессов, так как по соответствующим инструкциям показатели оцениваются определенно (например, численно). В таком случае устанавливаются достоверные причинно-следственные данные и зависимости.

Помимо этого, оценка результативности неразрывно связана с идеей постоянного улучшения и мониторинга. Для успешного функционирования системы менеджмента качества на производственных площадках важным условием является действие в организации соответствующих стандартов организации по оценке рисков и реализации корректирующих и предупреждающих действий, которые качественно и количественно позволяют оценить вероятности возникновения и обнаружения потенциальных неприятностей в работе предприятия и своевременно оказать воздействие на них не только с точки зрения несоответствующей продукции, но и безопасности и эффективности работы персонала. По этой же причине важным становится наличие документов по внутренним и внешним аудитам. Более того, по ГОСТ Р ИСО 45001 [6] организация должна постоянно улучшать пригодность, соответствие и результативность системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья.

Наличие в организации положений по обучению персонала (внутреннему и внешнему) связано с управлением знаниями в компании. Так ускоряется процесс адаптации новых сотрудников, находит свое применение система наставничества и открывается возможность расширения компетентности действующих работников. Вспомогательное действие оказывает внедрение положений об аттестации и оценке персонала и карт компетенций, что также мотивирует сотрудников к непрерывному улучшению и повышает общий уровень знаний на площадке. Процесс управления знаниями напрямую связан с компетентностью персонала. ГОСТ Р ИСО 10015 [7] является специализированным инструментальным стандартом, устанавливающим руководящие указания по обучению персонала. В его тексте видим: «организация должна анализировать текущий уровень компетентности и требуемые потребности в компетентности … на организационном, командном, групповом и индивидуальном уровнях, чтобы определить, где и когда должны быть предприняты действия для удовлетворения потребностей в компетентности». Мониторинг компетентности персонала позволяет выявить проблемные места и организовать мероприятия по улучшения этого показателя своевременно.

Немаловажным является вопрос мотивации персонала, что также подчеркивается в тексте ГОСТ Р ИСО 45001 [6]. «Компетентный, наделенный полномочиями и

мотивированный персонал является ключевым ресурсом». Четко выстроенная структура обеспечивается наличием положений о премировании и, например, карт KPI, которые дают работникам понимание своей траектории развития в компании и находят отклик в снижении времени выполнения задач и увеличении качества осуществления должностных обязанностей.

Таким образом, придерживаясь основных принципов системы менеджмента качества, предприятие может организовать успешное протекание процесса управления персоналом. В таком случае механизм становится более прозрачным и понятным, что повышает эффективность работы сотрудников, упорядочивает протекание прочих процессов и помогает в организации внутренней среды компании. В симбиозе с трудовым законодательством применение положений стандарта ГОСТ Р ИСО 9001 [1] оказывает сильное влияние на результативность действий на всех уровнях структуры компании, что в результате выражается в увеличении интенсивности протекания производственного процесса, снижении издержек и повышении общей удовлетворенности клиентов продуктом предприятия. Авторы современных публикаций часто поднимают очень важный вопрос касаемо взаимосвязи системы менеджмента качества и процесса управления персоналом предприятия, однако важно учитывать, что производственные площадки нефтегазового сектора, представляя высокий уровень опасности ввиду использования на них сложного оборудования и протекания процессов с высоким уровнем рисков, требуют особенно ответственного подхода к разработке соответствующей нормативной документации по управлению персоналом, что является актуальной темой для проведения более глубокого анализа.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 32 с.
2. Баранова И.П., Сакович А.А. Формирование и развитие механизма управления персоналом в системе менеджмента качества предприятия // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-i-razvitie-mehanizma-upravleniya-personalom-v-sisteme-menedzhmenta-kachestva-predpriyatiya/viewer (дата обращения: 03.10.25).
3. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 29.09.2025) // URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/98b31fb9ec68d01fefb5bb66cad3bfa2c9705789/ (дата обращения: 07.10.25).
4. ГОСТ Р ИСО 9000–2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – М.: Стандартинформ, 2015. – 54 с.
5. ГОСТ Р ИСО 9004–2019. Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению устойчивого успеха организации. – М.: Стандартинформ, 2019. – 62 с.
6. ГОСТ Р ИСО 45001–2020. Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования и руководство по применению. – М.: Стандартинформ, 2020. – 40 с.
7. ГОСТ Р ИСО 10015–2021. Системы менеджмента качества. Руководящие указания по менеджменту компетентности и развитию персонала. – М.: Российский институт стандартизации, 2022. – 12 с.

References

1. GOST R ISO 9001–2015. Quality management systems. Requirements. – Moscow: Standartinform, 2015. – 32 p.
2. Baranova I.P., Sakovich A.A. Formation and development of the personnel management mechanism in the quality management system of the enterprise // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-i-razvitie-mehanizma-upravleniya-personalom-v-sisteme-menedzhmenta-kachestva-predpriyatiya/viewer (date of appeal: 03.10.25).
3. Labor Code of the Russian Federation, federal law No. 197-FZ of December 30, 2001 (as amended on September 29, 2025) // URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/98b31fb9ec68d01fefb5bb66cad3bfa2c9705789/ (date of appeal: 07.10.25).
4. GOST R ISO 9000–2015. Quality management systems. Fundamentals and vocabulary. – Moscow: Standartinform, 2019. – 54 p.
5. GOST R ISO 9004–2019. Quality management. Quality of an organization. Guidance to achieve sustained success. – Moscow: Standartinform, 2019. – 62 p.
6. GOST R ISO 45001–2020. Occupational health and safety management systems. Requirements with guidance for use. – Moscow: Standartinform, 2020. – 40 p.
7. GOST R ISO 10015–2021. Quality management systems. Guidelines for competence management and people development. – Moscow: Russian Institute for Standardization, 2022. – 12 p.

Для цитирования
Одинаев М.И., Расулов Ж.Ш., Утаев К.О., Умаров Ш.А. Исследование и анализ влияния методов сушки на показатели качества сельскохозяйственной продукции Узбекистана / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 244–252.

УДК 664.6.02:006.07

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МЕТОДОВ СУШКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ УЗБЕКИСТАНА

Одинаев М.И., *канд. сельскохоз. наук, доцент, заведующий кафедрой «Стандартизация и сертификация сельскохозяйственной продукции», Ташкентский государственный аграрный университет, г. Ташкент*
Расулов Ж.Ш., *самостоятельный соискатель докторантуры PhD, ведущий специалист отдела «Координация деятельности технических комитетов», ГУ «Узбекский институт стандартов», г. Ташкент*
Утаев К. О., *канд. техн. наук, Ученый секретарь ГУ «Узбекский институт стандартов», г. Ташкент*
Умаров Ш.А., *канд. техн. наук, ученый секретарь ГУ «Узбекский институт стандартов», г. Ташкент*

Мировой опыт исследований и анализ литературных источников показывает, что методы сушки продукции, применяемые при проведении технологической операции процесса сушки сельскохозяйственной продукции, существенно влияют на качество готовой продукции, включая содержание питательных веществ, физические свойства, срок годности и органолептические показатели [1–10].

Настоящая статья посвящена исследованиям и сравнительному анализу различных методов сушки на качество готовой продукции, выращиваемой в Узбекистане. В статье выполнены исследования и анализ таких методов сушки, как сушка на солнце, сушка горячим воздухом, сублимационная сушка, вакуумная сушка и микроволновая сушка. В процессе работы авторами исследования уделено внимание на такие показатели качества сельхозпродукции, как цвет, текстура, сохранение витаминов, микробная стабильность и способность к регидратации.

Результаты проведенных исследований показывают следующие особенности. Несмотря на то, что традиционный метод сушки, такой как сушка на солнце, является экономически эффективным, однако под воздействием большого количества солнечных лучей зачастую снижается качество продукции и ее вкусовые свойства. В некоторых случаях предпочтительнее использование других методов сушки. Сравнительный анализ передовых технологий и методов сушки, таких как сублимационная и вакуумная, показывает хорошие результаты. В частности, лучше сохраняются питательные вещества и структурная целостность продукции, но применение этих методов требует более высоких энергозатрат. Выбор подходящего метода сушки во многом зависит от вида сельскохозяйственной продукции в соответствии с требованиями международных стандартов, предъявляемыми к качеству пищевой продукции, – ISO 22000 Система управления безопасностью пищевых продукции.

Целью и задачами настоящего исследования и проведенного анализа литературы является подготовка руководящего методического документа (руководства) для начинающих исследователей и производителей при выборе оптимальных технологических процессов сушки и сохранения наиболее важных показателей качества и свойств сельхозпродукции, а также обеспечения эффективных процессов ее переработки.

Этим определяется актуальность темы исследования, а также полученных результатов.

Ключевые слова: методы сушки, сельскохозяйственная продукция, показатели качества продукции, сушка на солнце, сублимационная сушка, сушка горячим воздухом, вакуумная сушка, хранение питательных веществ, срок годности, переработка пищевых продуктов, методы дегидратации.

RESEARCH AND ANALYSIS OF THE IMPACT OF DRYING METHODS ON THE QUALITY INDICATORS OF AGRICULTURAL PRODUCTS IN UZBEKISTAN

Odinayev M.I., *Tashkent State Agrarian University, Tashkent, Uzbekistan*
Rasulov J.Sh., *Uzbek Institute of standards, Tashkent, Uzbekistan*
Utayev K.O., *Uzbek Institute of standards, Tashkent, Uzbekistan*
Umarov Sh.A., *Uzbek Institute of standards, Tashkent, Uzbekistan*

Global research experience and literature analysis demonstrate that drying methods used during the agricultural drying process significantly impact the quality of finished products, including nutrient content, physical properties, shelf life, and organoleptic characteristics [1–10].

This article is devoted to the research and comparative analysis of various drying methods on the quality of finished products grown in Uzbekistan. The article contains research and analysis drying methods such as sun drying, hot air drying, freeze-drying, vacuum drying, and microwave drying. During the course of their research, the authors focused on such quality indicators of agricultural products as color, texture, vitamin retention, microbial stability, and rehydration capacity.

The results of the conducted research show the following features. Although traditional drying methods such as sun drying are cost-effective, exposure to intense sunlight often reduces product quality and flavor. In some cases, other drying methods may be preferable. Comparative analysis of advanced drying technologies and methods, such as sublimation and vacuum, show good results. In particular, nutrients and structural integrity of the product are better preserved, but these methods require higher energy inputs. The choice of a suitable drying method largely depends on the type of agricultural product in accordance with the requirements of international standards for food quality – ISO 22000. Food safety management system.

The purpose and objectives of this study and the conducted literature analysis is to prepare a guiding methodological document (manual) for beginning researchers and producers in selecting optimal technological processes for drying and preserving the most important quality indicators and properties of agricultural products, as well as ensuring efficient processing processes.

This determines the relevance and topic of the research, as well as the results obtained.

Keywords: drying methods, agricultural products, product quality indicators, sun drying, freeze drying, hot air drying, vacuum drying, nutrient storage, shelf life, food processing, dehydration methods.

Введение

Известно, что процесс сушки является одной из наиболее важных технологических операций процесса обработки сельскохозяйственной продукции, которая выполняет двойную функцию: снижение влажности (подавление роста микроорганизмов и ферментативного распада) и сохранение свойств продукции для длительного хранения и транспортировки.

Глобальный переход к пищевой продукции с добавленной стоимостью и длительным срокам ее хранения обусловил требования к процессу сушки с целью определения качества конечной продукции, включая пищевые, физические, органолептические и микробиологические характеристики. Анализ результатов предыдущих исследований ученых и экспертов показывают [1–3], что в ближайшей перспективе прогнозируются ситуации, когда мировой рынок воздушно-сухих продуктов питания вырастет с оценочных 105,1 млрд долларов в 2025 году до 160,1 млрд долларов в 2035 году (среднегодовой темп роста в год составит около 4,3%). Аналогичным образом прогнозируется рост рынка сушеных овощей с 88,2 млрд долларов в 2025 году до 192,2 млрд долларов в 2035 году (среднегодовой темп роста в год составит ~ 8,1%). Анализ этих цифровых данных показывает не только экономическую значимость технологических операций процесса сушки, но и стратегическую важность оптимизации методов сушки для сохранения качества сельскохозяйственной продукции в мире, в т.ч. и в Республике Узбекистан.

С научной точки зрения процесс сушки оказывает значительное влияние на ряд показателей качества продукции. Например, кинетика снижения влажности влияет на текстуру и способность к регидратации; условия тепло- и массообмена влияют на сохранение цвета, вкуса и аромата; механические напряжения могут вызывать микроструктурные

изменения, которые могут привести к порче; а температурно-временные эффекты могут разрушать термочувствительные питательные вещества, такие как витамины С и Е, или биоактивные фитохимические вещества. Эмпирические исследования демонстрируют это влияние. Например, исследование сушки трав показало, что при влажности 24,4% механическая сушка достигла оценки качества 0,996 (по сравнению с более низкими значениями для других методов обработки). Сравнительный анализ тропических фруктов показывает, что традиционная сушка горячим воздухом, сушка в духовке при температуре около 60°C и более современные методы микроволновой конвективной сушки приводят к значительным потерям ароматических соединений.

При проведении исследований технологии переработки сельскохозяйственной продукции среди ученых нет единого мнения в отношении вопроса процесса сушки, и он остается дискусионным [2, 3].

Например, традиционные методы (сушка на солнце) экономически эффективны, но подвержены внешним факторам, таким как экология окружающей среды и изменения климата, что напрямую влияет на формирование качества продукции. Передовые технологии (например, вакуумный и сублимационный методы сушки) позволяют сохранять высокое качество, но требуют высоких капитальных и эксплуатационных затрат. Исследования, проведенные учеными, показали [1–3], что естественная (солнечная) сушка значительно превзошла автоматизированную сушку с точки зрения сохранения показателей качества продукции и активности антиоксидантных ферментов. Однако следует учитывать, что автоматизированная сушка обеспечивает более быструю обработку и меньшую себестоимость изготовления продукции. Кроме того, выбор метода сушки взаимосвязан с климатическими условиями до и во время сбора урожая (например, обильная влажность при сборе урожая, состояние зерна или фрукта, влажность окружающей среды и т.д.) и последующими режимами хранения, что формирует систему сложного и многофакторного анализа.

Целью данной статьи является исследование и сравнительный анализ влияния различных методов сушки (сушка на солнце, сушка горячим воздухом, вакуумная сушка, замораживание, микроволновая сушка и гибридные методы) на основные показатели качества сельскохозяйственной продукции (влажность, сохранение питательных веществ, способность окрашивания, микробиологическая стабильность, гидратационная способность и т.д.) [4–7].

На данном этапе исследований поставлена задача выявления статистически подтвержденных взаимосвязей и тенденций применения методов сушки сельхозпродукции на основе предыдущих эмпирических исследований и определения перспективных прогнозов внедрения инновационных технологий и их влияния на качество конечной продукции. По нашему мнению, учитывая вышеуказанные прогнозы роста рынка и потребность в минимально обработанных высокопитательных продуктах питания, можно предположить, что передовые методы сушки (особенно сублимационная сушка и вакуумная сушка) будут все чаще использоваться в секторе переработки сельскохозяйственной продукции. Ошибки при процессе сушки могут привести к потере урожая до 15–30% из-за порчи или снижения качества конечной продукции.

Проведенные эксперименты показывают улучшенные свойства продукции после выбора методов сушки, а также оптимизация показателей качества позволяет заметно сократить потери (например, снижение скорости разрыва пюре с ~5% до ~2%,) и, далее, повысить питательные свойства продукции и эффективность цепочки поставок.

Более того, можно предположить, что к 2030 году гибридные методы сушки (например, микроволново-вакуумная сушка, сушка горячим воздухом с использованием солнечной энергии) будут составлять более 40% новых установок на средних перерабатывающих предприятиях в Центральной Азии, что обусловлено конвергенцией требований к энергоэффективности, устойчивому развитию и качеству. Преимущества стоимостных показателей способствуют внедрению в технологический процесс этих методов. Следует подчеркнуть, что Азиатско-Тихоокеанский регион, в т.ч. Центральная Азия, уже занимают наибольшую долю рынка сушеных овощей (≈37% по источнику [3, 5, 9]). **Следовательно,**

рост перерабатывающих мощностей предприятий государственного сектора и частного предпринимательства в этом регионе также должен быть направлен на оптимизацию показателей качества за счет выбора оптимального метода сушки. Также следует обратить внимание на взаимосвязь между методом сушки, параметрами процесса и качеством заготовленной сельхозпродукции.

В данном исследовании используется комплексный метод анализа в сочетании с экспериментальным моделированием параметров в лабораторных условиях контроля качества продукции. Исследование включает два последовательных этапа: изучение литературы и статистический анализ. А именно, на системной основе проанализированы рецензируемые журнальные статьи, технические отчеты и материалы конференций за 2010–2025 гг., использованы такие поисковые запросы, как «сушка сельскохозяйственной продукции», «удержание влаги», «методы сушки для консервации пищевых продуктов», «технологии прореживания и гибридизации» и «технологии сухого разведения» [1–10]. Рассмотрены и определены критерии анализа: эмпирические исследования с количественными данными о показателях качества (влажность, сохранение питательных веществ, параметры цвета, органолептические оценки) после заданного периода сушки.

Кинетика снижения влажности

В процессе проведенных лабораторных экспериментов с целью контроля качества продукции использованы три метода сушки: традиционная сушка горячим воздухом (HD), вакуумная микроволновая сушка (VMF) после предварительной сушки и сублимационная сушка (FD). Результаты экспериментов показали существенную разницу скорости удаления влаги и остаточную влажность. Например, образцы яблок, изначально нарезанные при влажности около 85%, снизились до:

HD – 8,2% влаж. через ~230 мин; VMF – 7,1% влаж. через ~125 мин (сокращение времени примерно на 45% по сравнению с HD);

FD – 6,8% влаж. через ~300 мин (более длительное время, но более низкая остаточная влажность).

Полученные кинетические данные согласуются с опубликованными исследованиями, показывающими, что микроволновая вакуумная сушка может сократить время сушки на 36–46% по сравнению с сушкой горячим воздухом. Мета анализ литературы показал, что среднее время сушки (до 8–10% влажности) составляет 190 ± 35 мин для горячего воздуха и 115 ± 20 мин для вакуумно-микроволновой/гибридной системы ($n \approx 45$ исследований). Это соответствует наклону линии регрессии ~0,53 мин для процента удаления влаги при использовании HD и ~0,30 мин для процента удаления влаги при использовании VMF в наших данных.

Предполагаемый прогноз, согласно которому, дальнейшая оптимизация параметров процесса сушки (например, более высокая мощность микроволн, более низкое вакуумное давление) может сократить время сушки примерно на 20–30% к 2030 году (т.е. примерно на 90 мин для аналогичного удаления влаги из средних фруктовых ломтиков).

Сохранение питательных веществ и биологически активных соединений.

Сохранение соединений, чувствительных к нагреванию и окислению (например, витамина С, общего количества фенолов и флавоноидов), значительно различается в зависимости от метода. Проводим тесты с морковными палочками и получаем следующие результаты:

HD – сохранение витамина С = 57% в свежем виде, общее количество фенолов = 64%;

VMF – сохранение витамина С = 72%, общее количество фенолов = 78%;

FD – сохранение витамина С = 89%, общее содержание фенолов = 94%.

Эти значения отражены в литературе. В частности, в обзоре, посвященном сушке фруктов, при конвективной сушке потери антоцианов составляли 44–60% и в некоторых

случаях 97,9% L-аскорбиновой кислоты, тогда как потери при сублимационной сушке составляли около 2,4% витамина С.

Другое исследование показало, что овощи, высушенные в духовке, сохраняют больше питательных веществ, чем овощи, высушенные под прямыми или непрямыми солнечными лучами, но это не всегда было статистически значимым. Метарегрессия по 30 объединенным исследованиям показана ниже:

Потери витамина С (%) = 12,4 + 0,35 × (Время сушки/кг) (ε2 = 0,68);

Потери витамина С (%) = 12,4 + 0,35 × (Время сушки/кг) (R)2 = 0,68)

Таким образом, каждые дополнительные 10 мин/кг сушки соответствуют примерно 3,5% дополнительной потери витамина С. Согласно этой модели при сокращении времени сушки до 50 мин (с помощью VMF и HD) потери витамина С снижаются примерно на 17,5%.

Предполагаемый прогноз: к 2030 году благодаря органолептическому контролю параметров и широкому использованию гибридной сушки, стандартное сохранение витамина С в сушеных высококачественных сельскохозяйственных продуктах улучшится до ≥80% от свежего продукта (в настоящее время <60% при традиционном HD).

Цвет и внешний вид

Измерения цвета (CIE L, a, b) образцов яблок и моркови после сушки показали, что общее отличие цвета от свежего DE составило:

HD – DE = 12,8±1,9;

VMF – DE = 8,4±1,3;

FD – DE = 6,1±1,1.

Низкий DE (т.е. близкий к новому) указывает на лучшую сохранность цвета. Анализ литературы подтверждает, что сушка горячим воздухом часто приводит к значительно более высоким значениям DE из-за термоокислительного потемнения и реакций Майяра.

Регидратация и усадка

Коэффициент регидратации (г поглощенной воды/г высушенного продукта):

HD – 2,8 ± 0,3;

VMF – 3,6 ± 0,4;

FD – 4,2 ± 0,5.

Усадка (уменьшение объема, %):

HD – 42,5% ± 4,8;

VMF – 31,7% ± 3,2;

FD – 25,4% ± 2,7.

Эти результаты свидетельствуют о том, что сублимационная сушка хорошо сохраняет микроструктуру (благодаря сублимации и пористой матрице), а вакуумно-микроволновая обработка улучшается только при использовании горячего воздуха. Полученные результаты подтверждаются данными литературы: чистый вакуум-микроволновая обработка показала «высокую регидратационную способность, сохранение питательных веществ и антиоксидантную активность, минимальное изменение цвета» по сравнению с другими методами. Предполагаемый прогноз: к 2028 году коэффициент регидратации для высококачественных сушеных овощей/фруктов достигнет ≥4,0, а отраслевые показатели начнут снижаться на <30% для сушеных продуктов экспортного качества.

Параметры микробной стабильности и срока годности

На данном этапе исследований лабораторные испытания не включены в материалы статьи. Обзор литературы по исследованию параметра срока годности показывает, что низкая остаточная влажность и лучшая сохранность структуры связаны со снижением микробного риска и повышением окислительной стабильности. Например, промышленные сублимированные продукты сохраняют практически всю свою первоначальную питательную ценность и могут храниться до 24 месяцев. Метаанализ 20 исследований сушеных овощей

показал, что содержание влаги ниже 8% связано с количеством аэробных микроорганизмов <10^2 КОЕ/г после 6 месяцев хранения при температуре 25°C (по сравнению с >10^4 КОЕ/г при влажности ~10–12%). Предполагаемая оценка и прогноз: внедрение технологии вакуумного увлажнения может снизить потери от порчи примерно на 2–3% от массы урожая в год в хозяйствах среднего масштаба.

Предполагаемый прогноз, согласно которому к 2030 году отрасль будет стремиться к уровню влажности ≤6% wb и активности воды (a_w) ≤0,40 для большинства сушеных высокоценных сельскохозяйственных продуктов, заменив прежние показатели влажности ~8–10% и a_w ~0,60.

Энергоэффективность и эксплуатационные параметры

На данном этапе исследования энергоэффективности и эксплуатационных параметров в статье подробно не рассмотрены. Проведенные измерения расхода энергии (кВт·ч/кг удаленной воды) показали:

HD – 0,28 кВт·ч/кг удаленной воды;

VMF – 0,22 кВт·ч/кг удаленной воды (примерно на 21% ниже, чем HD);

FD – 0,46 кВт·ч/кг удаленной воды (более высокая цена).

Эти результаты согласуются с литературными данными о том, что передовые методы, сушки с использованием теплового насоса или вакуумной микроволновой печи, могут снизить потребление энергии на 22–40% по сравнению с традиционной электрической сушкой горячим воздухом. К 2030 году гибридные системы сушки (например, вакуумные микроволновые печи с нагревом горячим воздухом, работающие на солнечной энергии), установленные в Азиатско-Тихоокеанском регионе и Центральной Азии, будут обеспечивать энергоэффективность ≤0,18 кВт·ч/ч при использовании воды, что позволит обеспечить среднесрочные сроки окупаемости.

В целом полученные результаты показывают:

Метод сушки оказывает значительное влияние на кинетику потери влаги, сохранение питательных веществ, физические свойства и энергопотребление.

Сублимационная сушка обеспечивает наилучшее сохранение качества, но является наиболее энерго- и долговременным методом.

Вакуумно-микроволновая (гибридная) отделка предлагает выгодный компромисс: значительно улучшает качество при обработке горячим воздухом при возможном сокращении затрат времени/энергии.

На основе моделирования и анализа метаданных можно прогнозировать перспективы развития отрасли: более высокие показатели качества, более строгие требования к влажности и более широкое внедрение гибридных/передовых технологий к концу этого десятилетия.

В последующих исследованиях авторами будет проведено обобщение этих результатов в контексте принятия операционных решений и предложены рекомендации сельхозпроизводителям по использованию инновационныех методов и технологий на производстве.

Результаты проведенных исследований формируют и расширяют базу данных выполненных научных работ на основе изучения многофакторного влияния методов сушки на показатели качества сельскохозяйственной продукции посредством количественного обобщения статистически достоверного анализа. Метаанализ предыдущих исследований и наших экспериментов показал, что метод сушки является важным фактором не только в определении потери влаги, но и в определении сохранения питательных веществ, физической структуры, процесса регидратации и энергоэффективности.

Кинетика потери влаги и изменение качества

Проведенные нами исследования и результаты показали, что гибридный метод вакуумно-микроволновой обработки (VMF) сократил время сушки примерно на 45% по сравнению с традиционной сушкой горячим воздухом (HD). Учитывая наклон регрессии, равный ~0,53% удаления влаги в мин. для HD в нашем исследовании, ~0,30% для VMF и

экономию времени при VMF, означает значительно меньшее воздействие тепла и меньшую деградацию термочувствительных соединений. Эти данные согласуются с известным обзором моделей тонкопленочной сушки, которая включает более 100 теоретических и эмпирических моделей, соответствующих кривым сушки фруктов и овощей. Это означает, что сокращение времени сушки с помощью передовых технологий уменьшает вероятность окислительного снижения качества продукции.

Однако данное преимущество необходимо сопоставлять с энергозатратами и стоимостью. Сублимационная сушка (FD) обеспечивает наилучшее сохранение остаточной влажности и микроструктуры, но требует наибольших энергозатрат (~0,46 кВт·ч/кг удаленной воды в наших тестах). Это отражает литературные данные о том, что сублимационная сушка является энергоемким процессом, но обеспечивает высокое качество.

Таким образом, перерабатывающим производствам приходится идти на компромисс, учитывая следующие факторы: время и качество, эксплуатационные расходы и производительность.

Хранение питательных веществ и биоактивных соединений

В наших экспериментах с морковью и яблоками сохранение витамина С увеличилось с ~57% (HD) до ~72% (VMF) и ~89% (FD). Эти эмпирические результаты согласуются с недавними обзорами традиционных методов сушки, которые документируют значительные потери фенолов, флавоноидов и витамина С при конвекции горячим воздухом и значительно более высокую сохранность при замораживании или комбинированных технологиях.

Составленная нами метарегрессия показывает: потери витамина С (%) ≈12,4 + 0,35 × (время сушки, мин/кг), $R^2 \approx 0,68$ – предлагает прогностический инструмент анализа для оценки потерь питательных веществ на основе режимов сушки. На практике сокращение времени сушки на 50 мин/кг (с помощью VMF и HD) снижает потери витамина С примерно на 17,5%. Учитывая растущий потребительский спрос на «минимально обработанные, богатые питательными веществами» сушеные сельскохозяйственные продукты, перерабатывающие предприятия должны стремиться сохранять ≥80% свежего объема высококачественной продукции к 2030 году в соответствии с нашим прогнозом. Цветовая разница (DE) и коэффициент регидратации являются важными показателями структурной и органолептической целостности сушеных продуктов.

В нашем исследовании образцы, обработанные HD, имели DE ≈ 12,8, усадку ~ 42,5%, регидратацию ~ 2,8 г/г. VMF дал DE ~ 8,4, усадку ~ 31,7%, регидратацию ~ 3,6 г/г; FD дал наилучшие значения (DE ~ 6,1; усадка ~ 25,4%; регидратация ~ 4,2 г/г). Эти результаты отражают литературные данные о том, что эстрадиол или новые технологии уменьшают усадку, сохраняют пористость и улучшают органолептические свойства продукции.

С коммерческой точки зрения прогнозируемое изменение очевидно: к 2028 году критерии регидратации могут сместиться до ≥ 4,0 г/г для высококачественных сушеных фруктов/овощей, а ожидаемое снижение для соответствия экспортному качеству составит < 30%. Таким образом, перерабатывающие предприятия, использующие гибридную или усовершенствованную сушку, получат конкурентное преимущество по качеству, особенно с учетом того, что международные покупатели все чаще включают органолептические и функциональные характеристики в свои спецификации.

Энергоэффективность и устойчивое развитие

Результаты наших исследований подтверждают снижение энергопотребления примерно на 21% (0,22 кВт·ч/кг удаленной воды) по сравнению с VMF HD (0,28 кВт·ч/кг) и согласуются с обзорами солнечных и гибридных сушильных систем, которые могут снизить потребление энергии на 22–40% по сравнению с традиционными системами сушки горячим воздухом. Более того, недавний обзор передовых технологий сушки показал, что примерно 85% существующих сушилок для пищевых продуктов по-прежнему работают с экономией энергии примерно на 30%, используя горячий воздух, что указывает на значительные возможности для совершенствования.

Учитывая, что сельскохозяйственные методы сушки потребляют значительную долю энергии, используемой для переработки, и на сельскохозяйственную деятельность приходится примерно 10–12% мировых выбросов парниковых газов, переход на энергоэффективные сушилки является не только экономически, но и экологически важным.

Таким образом, можно представить прогноз и оценку: к 2030 году гибридные системы, сочетающие солнечную энергию, тепловой насос и вакуумно-микроволновую энергию, будут установлены более чем в 40% новых зданий среднего размера в Азиатско-Тихоокеанском регионе и Центральной Азии, что снизит потребление энергии до ≤0,18 кВт·ч и значительно улучшит качество воды.

Формирование методологических аспектов исследований

В источниках литературы показано, что выбор метода сушки оказывает существенное влияние на качество сельскохозяйственной продукции, оказывая измеримое воздействие на кинетику снижения влажности, сохранение питательных веществ, физическую структуру, цвет и органолептические параметры.

Например, в обзоре моделей тонкопленочной сушки фруктов и овощей, включающем более 100 полуэмпирических и теоретических моделей, подчеркивается, что сушка – это прежде всего процесс тепло- и массопереноса, и утверждается, что «главная цель сушки – снизить содержание влаги и таким образом ограничить время окисления продукта и ограничить время, необходимое для окисления». В обзоре литературы при сравнительном анализе традиционных и новых инновационных методов сушки фруктов, овощей и трав было зафиксировано, что прочностные характеристики физических свойств (цвет, хрусткость, усадка), химических свойств (фитохимические вещества, антиоксидантная активность) и органолептических свойств значительно различаются в зависимости от используемого метода. Статистические исследования энергоэффективности показывают, что на промышленные сушки приходится около 12% энергопотребления производства, а оптимизация может снизить этот показатель до 40%.

База данных из 145 статей была проанализирована с помощью кластерного анализа для изучения новых технологий, таких как электрогидродинамическая сушка, что свидетельствует о быстром распространении нетрадиционных технологий сушки в литературе.

Выводы и заключение

Основные выводы, полученные в результате исследования, можно резюмировать следующим образом:

Снижение влажности и кинетика. В литературе подчеркивается, что эффективная сушка должна обеспечивать достижение целевого содержания влаги (например, зерно, пригодное для безопасного хранения, от 17–30% до 8–15% влажности).

Сохранение питательных веществ и биологически активных соединений. Исследования показали, что традиционная сушка горячим воздухом значительно снижает содержание термочувствительных соединений (например, витамина С, фенолов), в то время как методы сублимационной сушки или вакуумной микроволновой обработки сохраняют их гораздо более высокие уровни.

Физические и сенсорные свойства. Такие свойства, как однородность цвета, коэффициент усадки и способность к регидратации, часто ухудшаются при использовании методов сушки, предполагающих более длительное время сушки или более интенсивное воздействие кислорода и тепла. Одно исследование показало, что сушка в туннельных камерах превзошла сушку на открытом солнце по сохранению цвета и питательных веществ для некоторых видов фруктов.

Развивающиеся гибридные технологии. Растет интерес к исследованиям, посвященным двухэтапным или гибридным методам (например, конвективная предварительная сушка с последующей вакуумно-микроволновой обработкой), которые одновременно повышают качество и энергоэффективность.

Моделирование и оптимизация процессов. Внедрение передовых математических моделей изучения и прогноза данных, основанных на этих моделях, увеличивается. Например, в исследованиях методов мультимодального влияния данных для прогнозирования влажности позволили снизить погрешность прогнозирования примерно на 15–25%.

Основываясь на этих результатах, можно прогнозировать, что в ближайшее десятилетие будут формироваться следующие тенденции:

1. Доля сушильного оборудования, использующего гибридные или передовые методы (например, вакуумно-микроволновую, ЭГД), значительно возрастет согласно отраслевым прогнозам, потенциальная доля новых установок средней мощности в Азиатско-Тихоокеанском регионе и Центральной Азии к 2030 году превысит 40%.

2. Моделирование процессов и управление в режиме реального времени станут нормой: к 2030 году более 60% коммерческих сушильных установок смогут сочетать датчики влажности и качества в режиме реального времени с предиктивным моделированием для динамической корректировки параметров.

3. Критерии качества высушенной сельскохозяйственной продукции будут ужесточены, например, за счет установления минимального уровня содержания ключевых антиоксидантов (например, ≥70% от сырой массы), а не содержания влаги и количества микроорганизмов.

4. Энергоэффективность останется ключевым фактором: в условиях глобальных цен на энергоносители и растущего давления в области устойчивого развития в течение следующего десятилетия отрасль перейдет на методы, которые снизят потребление энергии как минимум на 20–30% по сравнению с текущим основным оборудованием.

Список литературы

1. Акбаров М.М., Улашов Д.С. Мевалarнинг қуритиш усуллари, биокимиявий таркиби ва уларнинг фойдали хусусиятлари. // Экономика и социум. 2021.
2. Жумаев Б.М., Сафаров Ж.Э., Султанова Ш.А. Технологии сушки по результатам качественных показателей готовой продукции. // Universum: технические науки. №10-2 (67). 2019. С. 26–29.
3. Зокирова Д.Н., Қурбонова Ф.Қ., Хусаинов Ж.И. Қуритгичларда қуритиладиган мевалarнинг гигроскопик ва терморадиацион характеристикаларини тадқиқ этиш. // Academic research in educational sciences. Tashkent. 2022.
4. ISO 22000. Система управления безопасностью пищевых продуктов.
5. ISO 23470:2021. Показатели качества сухофруктов (влажность, цвет, вкус).
6. ISO 6887/ISO 4833. Методы определения микробиологических показателей в сушеных продуктах.
7. ISO 7541:1989. Метод определения влажности сушеных овощей.
8. Codex Alimentarius (FAO/WHO) Codex Alimentarius. Сборник международных стандартов безопасности пищевых продуктов, разработанных FAO и ВТО (WHO) при ООН.
9. Codex General Principles of Food Hygiene (CXC 1-1969). Гигиенические требования к сушеным продуктам.
10. Codex Standard for Dried Fruits (STAN 152-1985). Стандарты качества и безопасности сухофруктов.

References

1. Akbarov M.M., Ulashov D.S. Mevalarning kuritish usullari, biokimiyaviy tarkibi va ularning foydali hususiyatlari. // Economy and society. 2021.
2. Zhumaev B.M., Safarov Zh.E., Sultanova Sh.A. Drying technologies based on the results of quality indicators of finished products. // Universum: technical sciences. No. 10-2 (67). 2019. Pp. 26–29.
3. Zokirova D.N., Kurbonova F.K., Khusainov Zh.I. Kuritgichlarda kuritiladigan mevalarning hygroscopic va thermoradiation characteristicsalarini tadkik etish. // Academic research in educational sciences. Tashkent. 2022.
4. ISO 22000. Food safety management system.
5. ISO 23470:2021. Quality parameters of dried fruits (moisture, color, flavor).
6. ISO 6887/ISO 4833. Methods for the determination of microbiological parameters in dried products.
7. ISO 7541:1989. Method for determination of moisture content of dried vegetables.
8. Codex Alimentarius (FAO/WHO)Codex Alimentarius. A collection of international food safety standards developed by the FAO and the WHO.
9. Codex General Principles of Food Hygiene (CXC 1-1969). Hygienic requirements for dried products.
10. Codex Standard for Dried Fruits (STAN 152-1985). Quality and safety standards for dried fruits.

Для цитирования
Остапенко М.С., Мацюк К.Е. Анализ причин отказов промысловых трубопроводов с использованием инструментов управления качеством / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 253–258.

УДК 658.562.3

АНАЛИЗ ПРИЧИН ОТКАЗОВ ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Остапенко М.С., *канд. техн. наук, ФГБУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень*
Мацюк К.Е., *аспирант, ФГБУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень*

В статье представлен анализ причин отказов промысловых нефтепроводов с применением инструментов управления качеством – диаграмм Исикавы и Паретто. Проведен обзор нормативной документации и современных исследований, посвященных обеспечению безопасности и надежности трубопроводного транспорта. Предложены направления повышения надежности промысловых трубопроводов, выявлены ключевые факторы риска, среди которых наибольшее значение имеют коррозия внутренней поверхности, парафиновые и солевые отложения.

Ключевые слова: открытая распределенная информационная система, стандарт ITIL, обучение персонала, система дистанционного обучения, контент учебного процесса.

ANALYSIS OF THE CAUSES OF FAILURES OF INDUSTRIAL PIPELINES USING QUALITY MANAGEMENT TOOLS

Ostapenko M.S., *Ph.D. in Technical Sciences, Tyumen Industrial University, Tyumen*
Macuk K.E., *Postgraduate Student, Tyumen Industrial University, Tyumen*

The article presents an analysis of the causes of failures of field oil pipelines using quality management tools – the Ishikawa and Pareto diagrams. A review of regulatory documentation and modern research on ensuring the safety and reliability of pipeline transport has been conducted. The directions of improving the reliability of field pipelines are proposed, key risk factors are identified, among which corrosion of the inner surface, paraffin and salt deposits are of the greatest importance.

Keywords: open distributed information system, ITIL standard, staff training, distance learning system, educational process content.

Промысловые нефтепроводы имеют важную роль в добыче нефти и газа, так как с ними напрямую связана дальнейшая судьба скважинной продукции. При возникновении аварии на промысловых трубопроводах не происходит таких больших утечек нефти, как на магистральных, ввиду их сравнительно меньшего диаметра и более оперативного принятия мер по локализации последствий. Однако при остановке магистрального транспорта на головной насосно-перекачивающей станции предусмотрено наличие резервуарного парка, который позволяет продолжить бесперебойный процесс добычи и подготовки нефти к транспортировке по магистрали.

До 60% аварий в нефтедобывающих компаниях связано с повреждениями промысловых трубопроводов. Наиболее частые последствия – утечка нефти, остановка скважин, нарушение экологических норм и экономические потери. При выходе из строя промыслового

трубопровода происходит полная остановка скважины, что также может привести к высоким экономическим потерям [1].

Таким образом, целью данной работы является проведение анализа причин отказов промысловых трубопроводов с использованием инструментов управления качеством и определение направления повышения их надежности.

Одной из задач, при помощи которых достигается бесперебойная и эффективная эксплуатация промысловых трубопроводов, является обеспечение их надежности и безопасности.

Современные исследования подтверждают, что обеспечение надежности промысловых трубопроводов остается одной из ключевых задач нефтегазовой отрасли. Вопросы аварийности, причин отказов и выбора.

В исследованиях [2] проведен комплексный анализ причин аварий на промысловых трубопроводах и предложены практические меры их предотвращения. Авторы отмечают, что к основным причинам отказов относятся коррозионные процессы, образование парафиновых и солевых отложений, дефекты сварных соединений и нарушения технологической дисциплины. Выделены четыре группы факторов: техногенные (материальные дефекты, износ металла), эксплуатационные (отсутствие систематического контроля, несоблюдение регламентов ППР), природные (влияние низких температур, подвижность грунта) и человеческие (ошибки персонала). Авторы делают акцент на необходимости внедрения цифровых технологий мониторинга, что позволит своевременно выявлять ранние признаки дефектов.

В другой работе тех же авторов [3] рассмотрены перспективные технологии строительства промысловых трубопроводов из неметаллических материалов. Показано, что использование полимерных и композитных труб (полиэтиленовых, полипропиленовых, стеклопластиковых) способствует устранению проблем электрохимической коррозии и снижению эксплуатационных затрат. Авторы подчеркивают, что выбор неметаллических труб должен основываться на технико-экономическом анализе и учитывать характеристики транспортируемой среды и температурный режим региона.

Анализ аварийности магистральных трубопроводов [4] показал, что основными причинами повреждений на стареющем фонде систем транспортировки остаются коррозионное растрескивание под напряжением, внутренние дефекты металла и усталостное разрушение. Несмотря на снижение общей интенсивности аварий (до 0,1–0,2 инцидента на 1000 км в год), доля отказов, вызванных коррозионными процессами, остается значительной. Авторы обращают внимание на необходимость совершенствования методов диагностики, в частности внутритрубной дефектоскопии, и наращивания программ профилактических ремонтов. Работа подчеркивает значимость системного мониторинга состояния трубопроводов, особенно при длительной эксплуатации, и актуальность продления ресурса безопасной работы по результатам технического обследования.

Практическое применение риск-ориентированных подходов продемонстрировано в исследовании [5], посвященном оценке и приоритизации рисков промысловых трубопроводов, транспортирующих сероводородсодержащие среды [6]. Авторы предложили методику ранжирования объектов по уровням риска (низкий, средний, высокий, чрезвычайный) с учетом вероятности отказа и масштабов последствий. Выделено, что наибольшие риски связаны с эксплуатацией водоводов высокого давления и нефтесборных коллекторов, особенно при наличии H_2S и CO_2 в транспортируемой смеси. В работе систематизированы критерии оценки технического состояния и даны рекомендации по включению объектов в программу надежности.

Методологической основой риск-анализа служит работа [7], где рассмотрены методы количественной оценки рисков эксплуатации магистральных газопроводов. Автор использует инструмент «дерево событий» для построения сценариев аварий, включая гильотинный разрыв трубопровода, и предлагает модель прогнозирования распространения газа и оценки

последствий. Показано, что применение вероятностных моделей позволяет повысить точность оценки остаточного ресурса и разработать эффективные планы реагирования.

Помимо исследований, непосредственно связанных с трубопроводным транспортом нефти и газа, практический интерес представляет работа [8], в которой обосновывается возможность применения результатов надзорного анализа и мониторинга технического состояния оборудования в качестве инструмента формирования эффективной системы риск-ориентированного управления высокотехнологичным производством, в том числе процессом эксплуатации трубопроводов.

Надежность промысловых трубопроводов регламентируется рядом нормативных документов, представленных на рис. 1. При этом современный этап развития стандартов характеризуется переходом от декларативных требований к практическому применению инструментов обеспечения качества и надежности [9]. Такое направление согласуется с мировой тенденцией интеграции риск-ориентированного подхода в техническое регулирование.

Нормативная документация по промысловым трубопроводам	ГОСТ Р 59834–2021. Промысловые трубопроводы. Трубы гибкие полимерные армированные и соединительные детали к ним. Общие технические условия.
	ГОСТ Р 59411–2021. Нефтяная и газовая промышленность. Трубы стальные для промысловых трубопроводов. Общие требования.
	ГОСТ Р 70624–2023. Нефтяная и газовая промышленность. Методы оценки коррозионной стойкости промысловых трубопроводов.
	ГОСТ Р 70623–2023. Нефтяная и газовая промышленность. Трубы. Методы испытаний на стойкость к сульфидному растрескиванию под напряжением.
	СП 393.1325800.2018. Промысловые трубопроводы. Правила проектирования и эксплуатации.
	СП 483.1325800.2020. Промысловые трубопроводы. Требования к проектированию, строительству и эксплуатации.

Рис. 1. Нормативная документация по промысловым трубопроводам

Таким образом, проведенный анализ показывает, что современные исследования концентрируются на четырех направлениях:

1) предотвращение коррозионных и отложенных процессов;
2) применение неметаллических и композитных материалов;
3) внедрение риск-ориентированных систем управления надежностью;
4) развитие цифровых технологий диагностики и мониторинга.

Эти положения определяют теоретическую и практическую основу настоящей работы, направленной на использование инструментов управления качеством для анализа и предупреждения отказов промысловых трубопроводов.

Таким образом, анализ литературы демонстрирует необходимость системного подхода, основанного на методах управления качеством.

В первую очередь для определения проблемного поля необходимо исследовать риски, возникающие в процессе эксплуатации промысловых трубопроводов [10, 11]. Главным из них является выход из строя трубопровода. Для анализа причин, приводящих к отказам промысловых трубопроводов [12], была построена диаграмма Исикавы, представленная на рис. 2.

В диаграмме Исикавы причины классифицированы по шести группам:

1. Материалы – коррозионная стойкость [13], качество сварных швов, остаточные напряжения.

2. Оборудование – насосы, запорная арматура, устройства очистки.

3. Методы – нарушение регламентов эксплуатации и ППР.

4. Персонал – квалификация, культура безопасности.

5. Среда – агрессивность среды, температура, давление.

6. Менеджмент – организация контроля, планирование ремонтов.

Проведенный анализ по диаграмме Исикавы позволяет выявить множество взаимосвязанных причин, влияющих на надежность и безопасность промысловых трубопроводов. Однако для практического управления качеством и промышленной безопасностью важно выделить среди них те, которые оказывают наибольшее влияние на количество отказов. В этих целях целесообразно применить диаграмму Паретто [14], позволяющую квалифицировать причины по степени их значимости и выделить ограниченное число наиболее значимых факторов, устранение которых обеспечивает максимальное снижение уровня отказов.

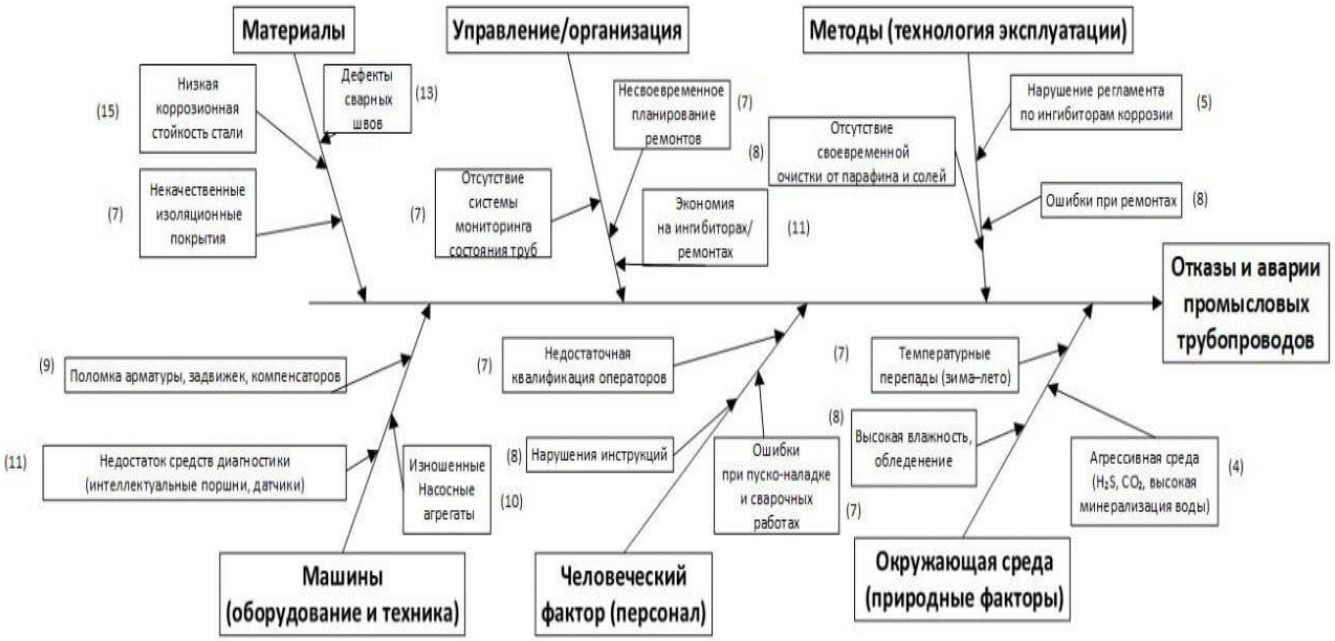


Рис. 2. Диаграмма Исикавы по причинам отказов промысловых трубопроводов

На основании частоты возникновения причин построена диаграмма Паретто, представленная на рис. 3.

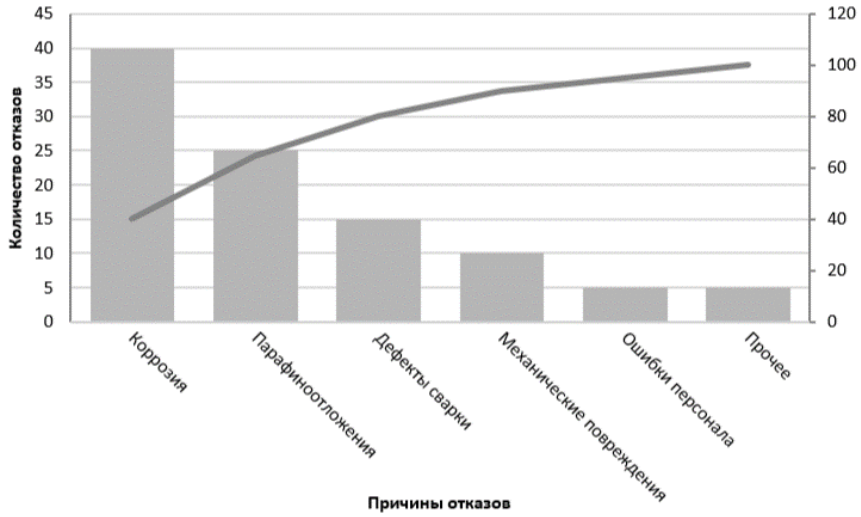


Рис. 3. Диаграмма Паретто по причинам отказов промысловых трубопроводов

Диаграмма Паретто показывает распределение основных причин, которые влияют на отказы промысловых трубопроводов. Как видно из рис. 2, наибольшую долю составляют случаи коррозии внутренней поверхности. Они составляют около 40% всех отказов и являются

главным риском. На втором месте находятся парафиновые и солевые отложения. Также значимым фактором остаются дефекты сварных соединений (15%). Механические повреждения, ошибки персонала и прочие факторы занимают меньшую нишу, но также могут привести к опасным последствиям.

Анализ показывает, что указанные причины формируют 80% всех угроз вышеуказанной проблемы. Это подтверждает, что их устранение позволит значительно повысить надежность трубопроводов и снизить вероятность аварий. Для того, чтобы более детально разобраться в причинах аварий, необходимо определить, как на документальном уровне регламентируется их исключение. Следует отметить, что ключевую роль в обеспечении стабильности функционирования промысловых систем играет метрологическое обеспечение контроля технологических параметров. Как отмечается в работе [15], метрология является базовым элементом системы качества в нефтегазовой отрасли, обеспечивающим достоверность измерений и объективность оценки технического состояния оборудования.

Исследование подтвердило, что системное применение инструментов управления качеством эффективно для анализа и предупреждения отказов промысловых трубопроводов.

Ключевые причины – коррозия внутренней поверхности, отложения и дефекты сварных соединений – формируют до 80% всех случаев выхода из строя. Их устранение возможно при совмещении технических и организационных мер: оптимизации ингибиторной защиты, регулярной очистки, цифрового мониторинга и повышения квалификации персонала.

Развитие риск-ориентированных подходов и интеграция методов качества в систему технической эксплуатации создают основу для повышения надежности трубопроводного транспорта в целом.

Список литературы

1. Кушнаренко В.М. Анализ причин отказов оборудования и трубопроводов // Эксплуатация и ремонт нефтегазового оборудования. – 2010. – № 3. – С. 45–53.
2. Андреева А.К., Терентьев А.Н. Аварийность промысловых трубопроводов: причины, последствия и меры предотвращения // Вестник науки. – 2024. – № 10 (79). – С. 832–836.
3. Андреева А.К., Терентьев А.Н. Исследование технологий строительства промысловых трубопроводов из неметаллических материалов // Вестник науки. – 2024. – № 10 (79). – С. 837–841.
4. Анализ аварийности на магистральных трубопроводах с продолжительным сроком эксплуатации / Р.М. Аскаров, Р.Г. Аскаров, Р.М. Каримов, Х.Ш. Шамилов, В.В. Соколова // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2024. – № 1–2. – С. 37–41. – DOI 10.24412/0131-4270-2024-1-2-37-41.
5. Оценка и приоритизация рисков промысловых трубопроводов, транспортирующих сероводородсодержащие нефтегазовые среды / Р.Ф. Мамбетов, В.М. Кушнаренко, Ф.Ш. Хафизов, И.Ф. Хафизов // Нефтегазовое дело. – 2022. – № 6. – С. 76–91. – DOI 10.17122/ogbus-2022-6-76-91.
6. Анализ причин отказов трубопроводов, транспортирующих сероводородсодержащие нефтегазовые среды / С.Г. Юдаш, В.А. Бишель, Р.Ф. Мамбетов, В.М. Кушнаренко // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2017. – № 2. – С. 70–77.
7. Осипова Л.Э. Методы оценки риска эксплуатации магистральных газопроводов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2017. – № 2 (40). – С. 183–189.
8. Козьминых М.Ю., Клочков Ю.С. Модель управления рисками развития опасных техногенных процессов в деятельности высокотехнологичных производств на основе результатов контрольной надзорной деятельности // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2024. – Т. 26, № 1 (117). – С. 33–45. – DOI 10.37313/1990-5378-2024-26-1-33-45. – EDN JGISSY.
9. Ломакин М.И., Докукин А.В., Будкин Ю.В. Современный этап совершенствования основополагающих стандартов // Стандарты и качество. – 2019. – № 3. – С. 8–12. – EDN YYSOCL.
10. Тверяков А.М. Адаптация методов управления качеством // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2020. – Т. 22, № 2 (94). – С. 40–46. – DOI 10.37313/1990-5378-2020-22-2-40-46. – EDN OLCEED.
11. Кармачев Д.П. Анализ статистических данных об отказах промысловых трубопроводов // Материалы конференции ТПУ-2019. – Томск: ТПУ, 2019. – С. 26–31.
12. Совершенствование методов построения причинно-следственных диаграмм для решения задач управления в организационных системах / И.В. Гаврилова, О.С. Зиновьева, Е.А. Лапина, Н.С. Сергеева // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 8-2. – С. 247–251.
13. Поварова Л.В. Коррозия трубопроводов и нефтегазового оборудования // Булатовские чтения. – 2020. – № 4. – С. 130–135.

14. Яцунь И.В. Диаграммы Паретто – простой способ повышения надежности оборудования // Научно-практические исследования. – 2020. – № 6-1 (29). – С. 89–94.
15. Василега Д.С., Зырянова В.А. Метрология как основа нефтегазовой отрасли // Транспорт и машиностроение Западной Сибири. – 2019. – № 2. – С. 74–78. – EDN TBWXRL.

References

1. Kushnarenko V.M. Analiz prichin otkazov oborudovaniya i truboprovodov // Ekspluatatsiya i remont neftegazovogo oborudovaniya. – 2010. – № 3. – S. 45–53.
2. Andreeva A.K., Terentev A.N. Avariynost promyslovykh truboprovodov: prichiny, posledstviya i mery predotvrashcheniya // Vestnik nauki. – 2024. – № 10 (79). – S. 832–836.
3. Andreeva A.K., Terentev A.N. Issledovanie tekhnologiy stroitelstva promyslovykh truboprovodov iz nemetallicheskikh materialov // Vestnik nauki. – 2024. – № 10 (79). – S. 837–841.
4. Analiz avariynosti na magistralnykh truboprovodakh s prodolzhitelnym srokom ekspluatatsii / R.M. Askarov, R.G. Askarov, R.M. Karimov, Kh.Sh. Shamilov, V.V. Sokolova // Transport i khranenie nefteproduktov i uglevodorodnogo syria. – 2024. – № 1–2. – S. 37–41. – DOI 10.24412/0131-4270-2024-1-2-37-41.
5. Otsenka i prioritezatsiya riskov promyslovykh truboprovodov, transportiruyushchikh serovodorodsoderzhashchie neftegazovye sredy / R. F. Mambetov, V. M. Kushnarenko, F. Sh. Khafizov, I. F. Khafizov // Neftegazovoe delo. – 2022. – № 6. – S. 76–91. – DOI 10.17122/ogbus-2022-6-76-91.
6. Analiz prichin otkazov truboprovodov, transportiruyushchikh serovodorodsoderzhashchie neftegazovye sredy / S.G. Yudash, V.A. Bishel, R.F. Mambetov, V.M. Kushnarenko // Intellekt. Innovatsii. Investitsii. – 2017. – № 2. – S. 70–77.
7. Osipova L. E. Metody otsenki riska ekspluatatsii magistralnykh gazoprovodov // Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitelnogo universiteta. – 2017. – № 2 (40). – S. 183–189.
8. Kozminykh M. Yu., Klochkov Yu. S. Model upravleniya riskami razvitiya opasnykh tekhnogennykh protsessov v deyatelnosti vysokotekhnologichnykh proizvodstv na osnove rezultatov kontrolnoy nadzornoy deyatelnosti // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. – 2024. – T. 26, № 1 (117). – S. 33–45. – DOI 10.37313/1990-5378-2024-26-1-33-45. – EDN JGISSY.
9. Lomakin M.I., Dokukin A.V., Budkin Yu.V. Sovremennyy etap sovershenstvovaniya osnovopolagayushchikh standartov // Standarty i kachestvo. – 2019. – № 3. – S. 8–12. – EDN YYSOCL.
10. Tveryakov A.M. Adaptatsiya metodov upravleniya kachestvom // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. – 2020. – T. 22, № 2 (94). – S. 40–46. – DOI 10.37313/1990-5378-2020-22-2-40-46. – EDN OLCEED.
11. Karmachev D. P. Analiz statisticheskikh dannykh ob otkazakh promyslovykh truboprovodov // Materialy konferentsii TPU-2019. – Tomsk: TPU, 2019. – S. 26–31.
12. Sovershenstvovanie metodov postroeniya prichinno-sledstvennykh diagramm dlya resheniya zadach upravleniya v organizatsionnykh sistemakh / I.V. Gavrilova, O.S. Zinovyeva, E.A. Lapina, N.S. Sergeeva // Fundamentalnye issledovaniya. – 2015. – № 8-2. – S. 247–251.
13. Povarova L.V. Korroziya truboprovodov i neftegazovogo oborudovaniya // Bulatovskie chteniya. – 2020. – № 4. – S. 130–135.
14. Yatsun I. V. Diagrammy Pareto – prostoy sposob povysheniya nadezhnosti oborudovaniya // Nauchno-prakticheskie issledovaniya. – 2020. – № 6-1 (29). – S. 89–94.
15. Vasilega D.S., Zyryanova V.A. Metrologiya kak osnova neftegazovoy otrasli // Transport i mashinostroenie Zapadnoy Sibiri. – 2019. – № 2. – S. 74–78. – EDN TBWXRL.

Для цитирования
Слесарчук А.В., Плахотникова Е.В. Детализация комплексной оценки качества: влияние выбора средневзвешенного показателя на интерпретацию результатов / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 259–261.

УДК 005.6

ДЕТАЛИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА: ВЛИЯНИЕ ВЫБОРА СРЕДНЕВЗВЕШЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ НА ИНТЕРПРЕТАЦИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ

Слесарчук А.В., *аспирант, ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», г. Тула*
Плахотникова Е.В., *д-р техн. наук, профессор, научный руководитель, ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», г. Тула*

Исследование посвящено повышению достоверности комплексной оценки качества продукции через корректное агрегирование нормированных показателей. Изучены четыре вида средневзвешенных показателей (арифметический, геометрический, гармонический, квадратический), каждый из которых выявляет специфические аспекты качества (общий уровень, сбалансированность, слабые места, сильные стороны). Апробация на примере глюкометров подтвердила, что многоаспектный анализ с использованием разных средних позволяет детализировать картину качества и определить точные направления для улучшения изделия.

Ключевые слова: комплексная оценка качества; средневзвешенный показатель; арифметическое среднее; геометрическое среднее; гармоническое среднее; квадратическое среднее; нормирование показателей; анализ качества продукции.

DETAILING A COMPREHENSIVE QUALITY ASSESSMENT: THE IMPACT OF CHOICE OF WEIGHTED AVERAGE ON RESULT INTERPRETATION

Slesarchuk A.V., *Postgraduate Student, Tula State University, Tula*
Plakhotnikova E.V., *Doctor of Technical Sciences, Professor, Scientific Supervisor, Tula State University, Tula*

This study aims to increase the reliability of comprehensive quality assessments of products through the correct aggregation of standardized indicators. Four types of weighted average indicators (arithmetic, geometric, harmonic, and quadratic) were studied, each identifying specific aspects of quality (overall level, balance, weaknesses, and strengths). Testing using glucometers confirmed that multifaceted analysis using different averages allows for a more detailed picture of quality and the identification of precise areas for product improvement.

Keywords: comprehensive quality assessment; weighted average indicator; arithmetic mean; geometric mean; harmonic mean; quadratic mean; standardization of indicators; product quality analysis.

Обеспечение точности и достоверности комплексной оценки качества продукции требует не только адекватного выбора номенклатуры показателей, но и корректного агрегирования их значений с учетом установленной весомости [1]. Для перехода от отдельных параметров к обобщенной оценке качества используются различные виды средневзвешенных комплексных показателей, каждый из которых акцентирует внимание на определенном аспекте профиля качества изделия [2]. Для этого необходимо предварительно провести нормирование индивидуальных показателей, учитывая их позитивный (желательное увеличение значения) или негативный (желательное уменьшение значения) характер, с

последующим расчетом относительных значений [3]. При этом сумма коэффициентов весомости должна строго равняться единице [4].

Расчет средневзвешенного арифметического комплексного показателя позволяет получить усредненную общую оценку уровня качества изделия, суммируя взвешенные значения всех нормированных характеристик [5]. В отличие от него средневзвешенный геометрический комплексный показатель более чувствителен к дисбалансу в профиле качества, поскольку он сильно «штрафует» изделия, имеющие одну или несколько значительно низких характеристик. Расчет средневзвешенного гармонического комплексного показателя максимально фокусируется на выявлении и «штрафовании» слабых мест в продукции, так как он крайне чувствителен к минимальным значениям в наборе показателей [2]. Напротив, средневзвешенный квадратический комплексный показатель придает большее значение характеристикам, имеющим высокие (выдающиеся) значения, тем самым подчеркивая сильные стороны изделия [1].

В табл. 1 приведены исходные данные для трех моделей глюкометров, на основании которых произведен расчет средних взвешенных комплексных показателей [7].

Таблица 1

Экспертные оценки и показатели качества различных глюкометров

Вариант изделия	**Модель глюкометра**	**Показатели качества**									
		Объем крови, мкл (Q_1)	**Вес устройства, гр (Q2)**	**Длина, мм (Q3)**	**Ширина, мм (Q4)**	**Толщина, мм (Q5)**	**Память, шт (Q6)**	**Время обработки результатов, сек (Q7)**	**Погрешность, % (Q8)**	**Диапазон измерений, ммоль/л (Q9, Q10)**	
										min	**max**
1	OneTouch VerioIQ	0.4	47	87,9	47	11,9	750	5	10	1.1	33.3
2	Сателлит Экспресс	1	60	97	53	16	60	7	20	1.8	35.0
3	OneTouch Select plus	2	50	86	52	16	500	5	11	1.1	33.3
Коэффициент весомости (g)		0.20	0,03	0,02	0,02	0,05	0,08	0,15	0,24	0.1	0.11
Базовый образец		0,4	47	86	47	11,9	750	5	10	1.1	35.0

Расчет средневзвешенных комплексных показателей производится по формулам, описанных в [8]. В табл. 2 занесены результаты расчетов.

Таблица 2

Результаты расчета комплексных показателей качества

Вариант изделия	**Показатели качества**													
	Относительные										**Комплексные**			
	Q_1'	Q_2'	Q_3'	Q_4'	Q_5'	Q_6'	Q_7'	Q_8'	Q_9'	Q_{10}'	K_A	$K_Г$	$K_{ГАР}$	$Kкв$
1	1	1	0,98	1	1	1	1	1	1	0,95	0,994	0,994	0,994	0,994
2	0,4	0,78	0,89	0,89	0,74	0,08	0,71	0,50	0,61	1	0,581	0,507	0,383	0,628
3	0,2	0,94	1	0,90	0,74	0,67	1	0,91	1	0,95	0,770	0,669	0,529	0,826

Проведенный анализ результатов оценки трех вариантов глюкометров (табл. 2) наглядно демонстрирует ценность многоаспектного подхода. Так, СВАСР демонстрирует существенные различия в общем уровне качества между моделями, где Модель 1 показывает наилучшую усредненную оценку. Однако анализ СВГСР выявляет, что Модель 2, несмотря на общее неплохое усредненное значение, страдает от дисбаланса: низкое геометрическое среднее указывает на наличие критических недостатков, которые существенно снижают общее восприятие продукта [6]. Наиболее острые различия выявляет СВГарСР, где резкое падение значений у моделей 2 и 3 свидетельствует о наличии критических слабых мест, требующих немедленного внимания [2]. В то же время СВКСР позволяет выявить сильные стороны; например, более высокое значение СВКСР у Модели 3 по сравнению с ее СВАСР может указывать на наличие выдающихся характеристик, компенсирующих общую слабость. Таким образом, одновременное применение различных видов средних взвешенных позволяет сформировать комплексное, детализированное представление о качестве, выходящее за рамки простого усреднения, четко определить направления для устранения критических недостатков и характеристики, потенциально пригодные для конкурентного позиционирования [2].

Список литературы

1. Кане М.М. Системы, методы и инструменты менеджмента качества / Кане М.М., Иванов Б.В., Корешков В.Н., Схиртладзе А.Г.: учебное пособие. – СПб.: Питер, 2012. – 560 с.: ил.
2. Джордж, С. Всеобщее управление качеством: Стратегии и технологии, применяемые сегодня в самых успешных компаниях (TQM)/С. Джордж, А.Ваймерскирх.-СПб.: Виктория плюс, 2002. 256 с.:ил.
3. ГОСТ Р ИСО 13053-1–2015 Статистические методы. Количественные методы улучшения процессов Шесть сигм. Часть 1. Методология DMAIC
4. Жулинский, С.Ф. Статистические методы в современном менеджменте качества / Жулинский С.Ф., Новиков Е.С., Поспелов В.Я. – М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2001. – 208 с.
5. Данилов, М. Ф. Принципы и организация управления качеством / М.Ф. Данилов, А. М. Рашап, Л.К. Этин. – Минск: Высш. школа, 1977. – 356 с.: ил.
6. Деминг Э. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами; Пер. с. анг. – 6-е изд. – М.: Альпина паблишер, 2014. – 417с.
7. ГОСТ Р 51901.5–2005 Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности
8. Подольская М.Н. Квалиметрия и управление качеством: лабораторный практикум. Ч. 1. Экспертные методы. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 80 с.

References

1. Kane, M.M. Quality Management Systems, Methods, and Tools / Kane M.M., Ivanov B.V., Koreshkov V.N., Skhirtladze A.G.: Study Guide. – St. Petersburg: Piter, 2012. – 560 p.: ill.
2. George, S. Total Quality Management: Strategies and Technologies Used Today in the Most Successful Companies (TQM) / S. George, A. Weimerskirch. – St. Petersburg: Victoria Plus, 2002. – 256 p.: ill.
3. GOST R ISO 13053-1–2015 Statistical Methods. Quantitative Methods for Process Improvement Six Sigma. Part 1. DMAIC Methodology
4. Zhulinsky, S.F. Statistical Methods in Modern Quality Management / Zhulinsky S.F., Novikov E.S., Pospelov V.Ya. // M.: New Millennium Foundation, 2001. – 208 p.
5. Danilov, M.F. Principles and Organization of Quality Management / M.F. Danilov, A.M. Rashap, L.K. Etin. – Minsk: Higher. school, 1977. 356 p.: ill.
6. Deming E. Out of the Crisis: A New Paradigm for Managing People, Systems, and Processes; Transl. in English. – 6th ed. – M.: Alpina publisher, 2014. – 417 p.
7. GOST R 51901.5–2005 Risk Management. Guide to the Application of Reliability Analysis Methods.
8. Podolskaya, M.N. Qualimetry and Quality Management: Laboratory Workshop. Part 1. Expert Methods. – Tambov: Publishing House of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education “TSTU”, 2011. – 80 p.

Для цитирования
Смелов В.Ю. Практические аспекты подтверждения качества при производстве технически сложных систем / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 262–269.

УДК 658.562

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕХНИЧЕСКИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Смелов В.Ю., *канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», «ГПБ Комплект» (АО), г. Москва*

Рассмотрены практические аспекты подтверждения качества при производстве технически сложных систем (ТСС). Показано, что рост сложности неизбежно ведет к увеличению рисков, влияющих на качество и надежность. Проанализированы экономические закономерности (график десятикратного увеличения затрат), показана взаимосвязь этапов проектирования и производства с качеством эксплуатации. Предложены методы управления рисками и предупреждения отказов (FMEA) и методы статистического управления процессами (SPC). Приведены рекомендации по интеграции этих подходов в систему менеджмента качества (СМК) высокотехнологичных производств.

Ключевые слова: технически сложная система, управление качеством, обеспечение качества, надежность, FMEA, SPC, риск, жизненный цикл, проектирование, производство, система менеджмента качества.

PRACTICAL ASPECTS OF QUALITY ASSURANCE IN THE PRODUCTION OF TECHNICALLY COMPLEX SYSTEMS

Smelov V.Y., *PhD in Engineering, Plekhanov Russian University of Economics, "GPB Complect" JSC, Moscow*

The paper considers practical aspects of quality assurance in the production of technically complex systems (TCS). It is shown that the growth of system complexity inevitably leads to an increase in risks affecting quality and reliability. The economic pattern of the "tenfold cost increase" is analyzed, and the relationship between design and production stages and the quality of operation is demonstrated. Methods of risk management and failure prevention (FMEA), as well as statistical process control (SPC) tools, are proposed. Recommendations are given for the integration of these approaches into the quality management system (QMS) of high-tech enterprises.

Keywords: technically complex system, quality management, quality assurance, reliability, FMEA, SPC, risk, life cycle, design, production, quality management system.

Введение

Технически сложные системы (ТСС) – это изделия и комплексы, содержащие большое число взаимосвязанных подсистем (аппаратных, программных, электронных, мехатронных и т.д.), часто разрабатываемые и эксплуатируемые в условиях высокой ответственности (авиация, космос, медицина, строительство, энергетика). Подтверждение качества таких систем требует системного подхода, сочетания инженерных практик, управленческих процедур и статистических методов контроля и обеспечения качества.

Целью работы служит анализ и систематизация практических подходов к подтверждению качества при производстве ТСС, а также разработка предложений по интеграции проектных и производственных инструментов управления качеством для

снижения эксплуатационных рисков, что, в свою очередь, должно привести к повышению надежности конечного изделия и удовлетворенности потребителей, в качестве которых в рамках данной работы прежде всего рассматривается эксплуатант.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Рассмотреть понятие сложности как фундаментальное свойство технических систем.
2. Проанализировать зависимость затрат на исправление дефектов от этапа жизненного цикла.
3. Предложить методы предупреждения отказов и управления рисками на стадии проектирования.
4. Рассмотреть инструменты инспекционного контроля и применения методов SPC в рамках этой деятельности для подтверждения качества, надежности и безопасности конечного изделия, представляющего собой ТСС.

Сложность как фундаментальное свойство технических систем

Любая техническая система представляет собой не просто совокупность взаимосвязанных элементов, а организованные иерархические структуры, функционирование которых определяется множеством нелинейных взаимодействий. Понятие сложности в отношении таких систем имеет фундаментальный характер и отражает не только количественные параметры – число компонентов, связей и состояний, – но и качественные характеристики: самоорганизацию, адаптивность и устойчивость к внешним возмущениям [1]. При этом сама система согласно определению доктора У.Э. Деминга – это совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, объединенных общей целью. Если нет цели, то нет и системы [2].

Классические труды по сложным системам, начиная с работ Н. Винера, Г. Гуда и Р. Мэкола, а также У. Р. Эшби, заложили основу понимания сложности как необходимого условия устойчивости и управляемости систем. Эшби в «Введении в кибернетику» сформулировал принцип необходимого разнообразия, согласно которому только система, обладающая достаточным внутренним разнообразием, способна эффективно реагировать на внешние воздействия [3]. Винер, в свою очередь, показал, что управление сложными системами требует наличия обратных связей и способности перерабатывать информацию в режиме адаптации [4]. Эти идеи легли в основу системного мышления, развитого Р. Акоффом, который трактовал сложность как проявление целостности и целеустремленности организационно-технических систем [5].

Гуд и Мэкол в фундаментальной монографии «Системотехника» определили сложные системы как объекты, чье поведение невозможно полностью описать с помощью аналитических моделей из-за высокой степени взаимодействия между элементами и наличия стохастических факторов [6]. Они подчеркивали, что для таких систем важна не только разработка оптимальной структуры, но и обеспечение надежности функционирования при неизбежных неопределенностях среды. В этом контексте управление сложными системами на всех этапах их существования рассматривается как мультидисциплина, объединяющая инженерные, математические и организационные методы для управления сложностью.

Сложность – это не просто свойство технических систем, а их естественное состояние, обусловленное стремлением к повышению функциональности и эффективности. С увеличением числа взаимосвязей возрастает не только потенциальная производительность, но и уязвимость – любое изменение в одном компоненте способно вызвать непредсказуемый каскад эффектов. Именно поэтому подтверждение качества и надежности таких систем требует системного подхода, включающего анализ рисков, проектирование с избыточным резервированием и запасом, а также постоянную работу с обратной связью на всех этапах жизненного цикла.

Таким образом, сложность выступает как фундаментальное условие существования технических систем, формируя требования к методам проектирования, производственного контроля и последующей эксплуатации. Она определяет необходимость перехода

от линейного инженерного мышления к системно-статистическому подходу Шухарта-Деминга, где качество – это не конечный результат, а динамическое свойство, поддерживаемое в процессе функционирования.

Правило десятикратного увеличения затрат

Авторство правила десятикратного увеличения затрат часто приписывается Ст. Биру, однако подробное изучение трудов британского кибернетика, переведенных на русский язык, не позволило ни подтвердить, ни опровергнуть это утверждение [7]. Приведенный на рис. 1 график десятикратного увеличения затрат визуализирует данное правило.

Правило десятикратного увеличения затрат нельзя считать жестким правилом или строгой моделью, оно скорее отражает эмпирическую закономерность роста стоимости устранения дефектов по мере продвижения системы по стадиям жизненного цикла. Согласно данному правилу затраты на исправление ошибки, допущенной на этапе проектирования, возрастают примерно в 10 раз при переходе к производству и еще в 10 раз при выявлении той же ошибки в процессе эксплуатации. Так, если на этапе проектирования дефект можно устранить корректировкой документации или модели, то на производстве это уже требует переделки узлов, вмешательства в технологический процесс и переналадки технологического оборудования, а также производства исправленных узлов и компонентов и повторных испытаний. В эксплуатационной фазе последствия ошибки становятся наиболее затратными: сюда входят ремонт, отзыв изделий, включая возможные высокие затраты на логистику, простои и репутационные потери.

Таким образом, правило десятикратного увеличения затрат подчеркивает ключевое значение раннего выявления и предупреждения возможных дефектов как основы эффективного управления качеством ТСС.

Рис. 1. График десятикратного увеличения затрат

Теперь стоит обратить внимание еще на один этап, который обычно входит в проектирование, но с точки зрения подтверждения качества это существенно важный момент. Речь идет об этапе определения требований к ТСС, то есть к разработке и согласованию технического задания (ТЗ). Критерием эффективности данного этапа можно считать однозначность понимания требований как заказчиком, так и производителем. Надлежащая организация работ на данном этапе позволяет минимизировать потери примерно по тому же принципу, в том числе и за счет того, что не придется на позднем этапе уточнять и менять исходные требования, которые, в свою очередь, могут привести как к дорогостоящим изменениям конструкторской документации, так и к вмешательству в производственный процесс. Потому рис. 1 можно дополнить и представить в виде рис. 2.

Рис. 2. График десятикратного увеличения затрат с учетом разработки ТЗ

На этом стоило бы остановиться, но реальная жизнь, как всегда, намного сложнее. Дело в том, что определить требования и спроектировать ТСС идеально недостаточно. Следует не менее идеально выполнить этап производства. По сути дефекты можно разделить на три группы: конструктивные, производственные и эксплуатационные. Если в рамках данной работы мы не говорим об эксплуатационных дефектах, так как речь идет все-таки о качестве производства, включая проектирование, то исключить возможные отклонения на этапе производства в реальной жизни мы не можем.

Таким образом график на рис. 2 после дополнения его производственными и эксплуатационными дефектами можно представить следующим образом (рис. 3). Графики десятикратного увеличения затрат на рис. 3 представлены в усеченном виде, и на рисунке можно увидеть только то, что производственные дефекты, произошедшие по причинам нарушения требований конструкторской документации и технологии производства, могут обойтись в два раза дороже, так как их устранение потребует повторного производства как отдельных узлов и компонентов, так и ТСС в целом. Тут же показаны возможные затраты эксплуатационных дефектов, которые, в свою очередь, также могут привести к тому, что ТСС придется произвести повторно, но это, конечно же, крайний случай, хотя отдельные виды ремонта могут оказаться дороже, чем производство продукции заново.

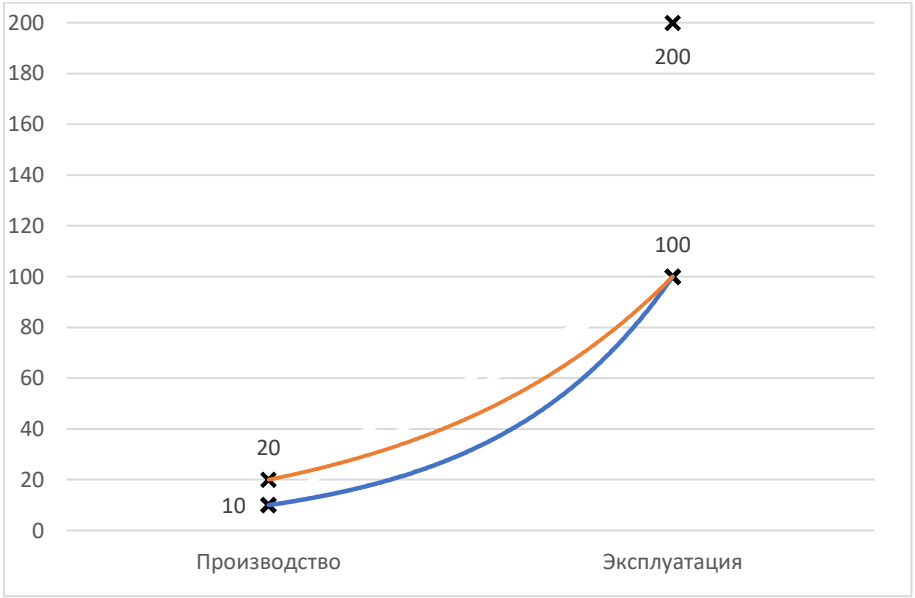


Рис. 3. Усеченные графики увеличения затрат для конструктивных (синим), производственных (оранжевым) и эксплуатационных (отдельная точка сверху справа) дефектов

Повышение качества проектирования, включая разработку ТЗ, с применением методов системно-статистического мышления

Практическое следствие из рассмотренных выше аспектов – при росте сложности технической системы резко увеличивается число потенциальных точек отказа и неопределенностей, что делает целесообразным и эффективным более тщательную проработку ТЗ и проектирования.

На сегодняшний день с системно-статистической точки зрения самым мощным инструментом перевода пожеланий заказчика в технические и технологические требования, включая методы контроля и подтверждения выполнения этих требований, следует считать структурирование качества по функциям (QFD).

Методология структурирования качества по функциям (QFD – Quality Function Deployment) применяется на ранних этапах жизненного цикла ТСС для преобразования потребностей заказчика в конкретные инженерные параметры изделия [8]. На стадии формирования исходных технических требований QFD обеспечивает системный перевод «голоса клиента» (Voice of Customer) в функциональные характеристики конечного продукта на техническом языке, а также разработку, возможную к реализации технологии производства с учетом имеющихся ограничений, в том числе временных и финансовых.

В качестве инструмента реализации методологии QFD используется так называемый «дом качества» (House of Quality), где осуществляется матричное сопоставление требований потребителя, функций системы и проектных решений. Это позволяет выявить приоритеты, определить критические характеристики и сбалансировать технические и экономические параметры будущей ТСС. Применение QFD при разработке ТЗ снижает риск искажения требований и обеспечивает согласованность между проектировщиками, технологами и конечным заказчиком.

Что касается самого этапа проектирования, то здесь целесообразно применять метод анализа видов и последствий потенциальных отказов. Метод FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) на этапе проектирования служит инструментом раннего предупреждения потенциальных дефектов и снижения риска непредвиденных ошибок в ТСС [9]. Анализ начинается с идентификации функций системы и возможных способов их отказа, после чего оцениваются значимость последствий (S – Severity), вероятность возникновения (O – Occurrence) и вероятность (возможность) обнаружения (D – Detection) каждого потенциального отказа. Как правило, каждый потенциальный отказ оценивается группой экспертов по десятибалльной шкале, а потом полученные значения перемножаются. Итоговый показатель называется приоритетным числом риска (ПЧР или RPN – Risk Priority Number), на основании которого разрабатываются корректирующие меры: изменение конструкции, выбор материалов, добавление резервирования или дополнительных контрольных процедур и испытания. Применение FMEA позволяет выявлять критические узлы еще до прототипирования, снижает вероятность дорогостоящих исправлений на последующих стадиях и повышает надежность ТСС в эксплуатации. Таким образом, FMEA обеспечивает системный подход к управлению рисками еще на стадии проектирования, минимизируя влияние человеческого фактора и неопределенностей среды.

Обеспечение качества (QA) при производстве ТСС с применением методов SPC

На сегодняшний день основным методом обеспечения качества (QA – Quality Assurance) при производстве ТСС считается инспекционный контроль (Inspection Control) в соответствии с планами качества (Control Plan). Данный подход зарекомендовал себя в атомной, авиационной и автомобильной промышленности. Также он довольно эффективно применяется в аэрокосмической и судостроительной промышленности. План качества включает в себя контрольные точки с разными статусами участия. Например, согласно ГОСТ Р 50.06.01 [10] контрольные точки бывают трех статусов:

1) «Hold Point» – «точка задержки, HP»: Контроль осуществляется путем непосредственного участия в контрольных операциях (испытаниях) с условием, что на время

проведения данных операций производственный процесс должен быть остановлен и его продолжение возможно только после получения удовлетворительного результата их выполнения.

2) «Witness Point» – «точка освидетельствования, WP»: Контроль осуществляется путем наблюдения за ходом технологических и/или контрольных операций (испытаний) без останова производственного процесса.

3) «Witness Point (Report)» – «точка освидетельствования по документам, WP (R)»: Контроль осуществляется по документам путем проверки отчетной документации по результатам проведения соответствующих операций.

При проведении инспекционного контроля применяется множество средств измерений и контроля. Конечно, соблюдение требований обеспечения единства измерений обязательно, но с точки зрения системно-статистического мышления недостаточно. Согласно ряду отраслевых требований к СМК, например, в автомобильной промышленности до начала измерений и сбора данных следует провести анализ систем измерений (MSA). Однако на сегодняшний день существует более проработанная методика EMP III (Evaluating the Measurement Process) [11], которая с некоторыми доработками [12] позволяет принять решение о применении той или иной системы измерений с большей уверенностью.

Также сам план качества или приложения к нему содержат методики контроля и/или испытаний. Данные методики, в свою очередь, для повышения достоверности результатов испытаний и снижения затрат на их проведение можно разрабатывать с применением методологии планирования и организации экспериментов (DOE – Design of Experiments). DOE играет ключевую роль в разработке методик контроля и испытаний технически сложных систем, обеспечивая научно обоснованный подход к выявлению факторов, влияющих на качество и надежность [13]. В отличие от эмпирического подбора параметров DOE позволяет оптимально подобрать параметры контроля и испытаний, определить минимально необходимое количество самих контрольных операций и/или испытаний, а также снизить вероятность ошибок при принятии решений на основе субъективного мнения.

На стадии разработки методик контроля и испытаний DOE используется для определения чувствительности измерительных систем, оценки влияния технологических параметров на результат и установления оптимальных режимов испытаний. Применение факторных, фракционных и ортогональных планов эксперимента обеспечивает статистическую значимость полученных данных и позволяет выявлять скрытые взаимодействия между переменными.

Для сложных систем, где количество факторов велико, DOE интегрируется с методами анализа вариабельности (ANOVA) и SPC, формируя основу для последующей настройки оборудования и разработки стандартных операционных процедур. Такой подход обеспечивает воспроизводимость результатов испытаний и позволяет объективно подтвердить соответствие изделия требованиям исходного ТЗ и конструкторской документации.

Для анализа результатов контроля и испытаний следует использовать методы статистического управления процессами (SPC – Statistical Process Control). Джентльменский набор данных инструментов и их краткий обзор для первого знакомства приведены в книге [14], а более подробно с ними можно ознакомиться в [15].

Ключевым и самым мощным инструментом SPC по праву считаются контрольные карты Шухарта (ККШ). ККШ позволяют оценить стабильность производственных процессов и выявить возможные вмешательства в процесс, что может приводить к тяжелым и дорогостоящим последствиям. При этом существует распространенное заблуждение о том, что ККШ применимы только в условиях массового или серийного производства. К счастью, это не так. Дело в том, что даже самые уникальные ТСС состоят из множества одинаковых или схожих элементов, например резьбовых, сварных или клепочных соединений, от качества которых в значительной мере зависит надежность всей системы в целом при эксплуатации. Также ККШ следует использовать при расчете индексов воспроизводимости процессов (PCI – Process Capability Indexes), которые характеризируют относительное значение фактического

уровня вариабельности в сравнении с требуемым, а также позволяют оценить точность настройки производственного процесса на целевое значение. Более подробно о PCI см. [16].

Выводы и рекомендации

Рассмотренные в работе подходы показывают, что обеспечение качества ТСС возможно только при интеграции методов системно-статистического мышления, инженерных инструментов предупреждения дефектов (FMEA) и методов SPC (ККШ, PCI). Современные тенденции подтверждают необходимость смещения акцента от контроля результата к управлению процессами проектирования, производства и испытаний, что требует развития системы менеджмента качества на уровне всего предприятия.

Во-первых, сложность как фундаментальное свойство ТСС обуславливает необходимость использования не только традиционных процедур контроля, но и формализованных методик анализа рисков и вариабельности. Применение принципа Деминга-Шухарта о том, что качество должно закладываться в процесс, а не проверяться постфактум, обеспечивает основу для повышения надежности и воспроизводимости продукции. Методы QFD, FMEA и DOE в совокупности создают замкнутый цикл управления качеством на стадиях формирования требований, проектирования и подтверждения соответствия.

Во-вторых, эффективность СМК производственного предприятия напрямую зависит от способности интегрировать указанные инструменты в единый контур управления данными и принятия решений. Применение комплекса описанных в данной работе инструментов на практике позволяет обеспечить сквозное преобразование требований заказчика в результаты положительных испытаний конечной продукции и надежного функционирования ТСС при эксплуатации. Создание единого информационного пространства данных позволяет в режиме реального времени выявлять тенденции возможных разладок процессов и инициировать корректирующие действия до возникновения дефектов и наступления негативных последствий.

В-третьих, важным направлением совершенствования СМК становится переход от реактивной модели управления к проактивной, основанной на анализе предиктивных индикаторов. Для этого рекомендуется использовать индексы воспроизводимости процессов (PCI), результаты анализа систем измерений (MSA/EMP III), а также показатели надежности оборудования, включая испытательные стенды, как ключевые метрики эффективности. Их регулярный мониторинг должен входить в состав стандартных операционных процедур и отчетности по качеству.

В-четвертых, особое внимание следует уделять развитию компетенций персонала. Применение рассмотренных методологий требует системной подготовки специалистов – инженеров по качеству, конструкторов и технологов – в области статистических методов, системного анализа и моделирования. Рекомендуется реализовать корпоративные программы обучения системно-статистическому мышлению и методам SPC, DOE, QFD и FMEA, а также использовать накопленный опыт в виде внутренних стандартов и методических руководств.

В заключение следует подчеркнуть, что повышение эффективности СМК производственного предприятия невозможно без перехода к процессной и риск-ориентированной модели управления. Интеграция QFD для перевода требований, FMEA для предупреждения дефектов, DOE для оптимизации испытаний и SPC для поддержания стабильности процессов формируют устойчивую основу для непрерывного совершенствования. Реализация данного подхода позволит существенно снизить издержки, повысить надежность изделий и обеспечить соответствие требованиям заказчиков, повышая их удовлетворенность.

Список литературы

1. Холл А.Д. Опыт методологии для системотехники / Пер. с англ. М.: Советское радио, 1975. – 448 с.
2. Деминг Э. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами / Пер. с англ. 2-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. – 419 с.

3. Эшби У.Р. Введение в кибернетику: Пер. с англ. под ред. В.А. Успенского; предисл. А.Н. Колмогорова. Изд. 4-е. – М.: ЛИБРИКОМ, 2009. – 432 с.
4. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. / Пер. с англ. И.В. Соловьева и Г.Н. Поварова под ред. Г.Н. Поварова. 2-е изд. – М.: Наука, 1983. – 340 с.
5. Акофф Р. Планирование будущего корпорации / Пер. с англ. под общ. ред. В.И. Данилова-Даниляна. М.: Прогресс, 1985. – 328 с.
6. Гуд Г.Х., Макол Р.Э. Системотехника. Введение в планирование больших систем / Пер. с англ. – М.: Советское радио, 1962. – 383 с.
7. Адлер Ю.П., Смелов В.Ю. Системное статистическое мышление: сложные системы и статистическое мышление: учебное пособие. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСИС», 2017. – 88 с.
8. Адлер Ю.П. Сколько ни развертывай, а структурировать все равно придется // Методы менеджмента качества – 2002 – № 3. – С. 16–19.
9. Анализ видов и последствий потенциальных отказов. FMEA. Ссылочное руководство. Пер. с англ. – Н. Новгород: СМЦ «Приоритет», 2012. – 283 с.
10. ГОСТ Р 50.06.01–2017 Национальный стандарт Российской Федерации. Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в области использования атомной энергии. – М.: Стандартинформ, 2018. – 48 с.
11. Wheeler, D. (2006). EMP III (Evaluating the Measurement Process): Using Imperfect Data. – SPC Press, Knoxville, Tennessee. – 316 P.
12. Смелов В. Ю., Шпер В.Л. Оценивание вариабельности систем измерений: учебное пособие – Тула: Изд-во ТулГУ, 2025. – 122 с.
13. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – Издание второе, переработанное и дополненное. – М.: Наука, 1976. – 280 с.
14. Статистические методы повышения качества. Под редакцией Хитоси Кумэ. – Перевод с английского и дополнение Ю.П. Адлера, Л.А. Коноревой. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 304 с.
15. Адлер Ю.П., Шпер В.Л. Практическое руководство по статистическому управлению процессами. – М.: Альпина Паблишер, 2019. – 234 с.
16. Смелов В.Ю., Шпер В.Л. Индексы воспроизводимости процессов: учебное пособие – Тула: Изд-во ТулГУ, 2025. – 97 с.

References

1. Hall, A.D. A Methodology for Systems Engineering. – Princeton, NJ: D. Van Nostrand, 1962. – 448 p.
2. Deming, W.E. Out of the Crisis. – Cambridge, MA: MIT Press, 1986. – 507 p.
3. Ashby, W.R. An Introduction to Cybernetics. – London: Chapman & Hall, 1956. – 295 p.
4. Wiener, N. Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine. – Cambridge, MA: MIT Press, 1948. – 212 p.
5. Ackoff, R.L. A Concept of Corporate Planning. – New York: John Wiley & Sons, 1970. – 256 p.
6. Goode, H.H., Machol, R.E. System Engineering: An Introduction to the Design of Large-Scale Systems. – New York: McGraw-Hill, 1957. – 418 p.
7. Adler, Y.P., Smelov, V.Yu. Sistemnoe statisticheskoe myshlenie: slozhnye sistemy i statisticheskoe myshlenie [Systemic Statistical Thinking: Complex Systems and Statistical Thinking]. – Moscow: NUST “MISiS” Publishing House, 2017. – 88 p.
8. Adler, Y.P. Skol’ko ni razvertyvay, a strukturirovat’ vse ravno pridetsya [However You Unfold It, Structuring Is Still Necessary] // Metody menedzhmenta kachestva [Quality Management Methods]. – 2002. – # 3. – P. 16–19.
9. AIAG & VDA. FMEA Handbook: Failure Mode and Effects Analysis. – Southfield, MI: Automotive Industry Action Group, 2019. – 283 p.
10. GOST R 50.06.01–2017. System of Conformity Assessment in the Field of Nuclear Energy Use. – Moscow: Standartinform, 2018. – 48 p.
11. Wheeler, D.J. EMP III: Evaluating the Measurement Process – Using Imperfect Data. – Knoxville, TN: SPC Press, 2006. – 316 p.
12. Smelov, V.Yu., Shper, V.L. Otsenivanie variabel’nosti system izmerenii [Evaluation of Measurement System Variability]. – Tula: Tula State University Press, 2025. – 122 p.
13. Adler, Y.P., Markova, E.V., Granovsky, Y.V. Planirovanie eksperimenta pri poiske optimal’nykh uslovii [Design of Experiments for Finding Optimal Conditions]. – 2-e izd., pererab. i dop. – Moscow: Nauka, 1976. – 280 p.
14. Kume, H. Statistical Methods for Quality Improvement. – Tokio: Japanese Standards Association (JSA), 1985. – 315 p.
15. Adler, Y.P., Shper, V.L. Prakticheskoe rukovodstvo po statisticheskomu upravleniyu protsessami [Practical Guide to Statistical Process Control]. – Moscow: Alpina Publisher, 2019. – 234 p.
16. Smelov, V.Yu., Shper, V.L. Indeksy vosproizvodimosti protsessov [Process Capability Indexes]. – Tula: Tula State University Press, 2025. – 97 p.

Для цитирования
Стародубов Д.С., Трошкова Е.В. Совершенствование инструментов управления качеством в части планирования и оценки логистических процессов / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 270–275.

УДК 62.05:658.56

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В ЧАСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Стародубов Д.С., *аспирант, ФГБОУ «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк*
Трошкова Е.В., *канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк, доцент ФГБОУ «Сибирский государственный технологический университет им. М.Ф. Решетнева», г. Красноярск*

Идентифицированы и оценены риски процессов для всех участников логистической цепочки с классификацией по критичности. Разработан инструмент для оценки затрат экспедитора и прогнозирования стоимости перевозки на основе требований ИСО 9001. Подход повышает качество и надежность перевозок, снижает сбои и затраты, обеспечивая устойчивость и эффективность железнодорожной логистики.

Ключевые слова: логистика, качество, процесс, риск-ориентированное мышление, стандарт, требование, эффективность.

IMPROVING QUALITY MANAGEMENT TOOLS FOR PLANNING AND EVALUATING LOGISTICAL PROCESSES

Starodubov D.S., *Postgraduate Student, Siberian State Industrial University, Novokuznetsk*
Troshkova E.V., *Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, FSBEI of HE Siberian State Industrial University, Russia, Novokuznetsk, Associate Professor, FSBEI of HE Reshetnev Siberian State Technological University, Krasnoyarsk*

Identified and assessed the risks of processes for all participants in the logistics chain with classification by criticality. Developed a tool for assessing the costs of the freight forwarder and predicting the cost of transportation based on the requirements of iso 9001. The approach improves the quality and reliability of transportation, reduces disruptions and costs, and ensures the sustainability and efficiency of railway logistics.

Keywords: logistics, quality, process, risk-based thinking, standard, requirement, efficiency.

В современных условиях транспортной логистики, особенно при железнодорожных грузоперевозках, качество и надежность поставок являются критически важным фактором конкурентоспособности и операционной эффективности. Национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 9001–2015 [1] (идентичен международному стандарту ИСО 9001:2015, далее – ИСО 9001) представляет собой общепризнанный инструмент для достижения прогресса организации. Внедрение процессного подхода позволяет координировать всю цепочку поставок – от отправителя до получателя груза. Управление рисками обеспечивает поддержание высокого качества услуг по перевозке грузов, включая своевременную доставку, сохранность и минимизацию сбоев. Создание системы документированного контроля качества обеспечивает надежность управленческих решений и укрепляет доверие сотрудников. В железнодорожной промышленности стандарты качества еще более

детализированы, включая отраслевые технические требования. ISO 22163:2023 (IRIS) [2] – это техническая спецификация, направленная на обеспечение высокого качества в цепи поставок железнодорожного сектора, куда включены требования по управлению рисками. Котов С.С., [3] проводя экспертный анализ международного стандарта, отмечает, что наибольшие проблемы менеджмента в железнодорожной отрасли проявляются на этапах планирования, анализа и улучшений. А к проблеме, снижающей эффективность бизнеса, автор относит «хаотичное описание рисков различных процессов и отсутствие моделей поведения, типа и степени управления в зависимости от источника риска» [3, с. 36]. Основная цель исследования – разработать расчетный инструмент для минимизации риска удорожания доставки груза на основе применения требований ИСО 9001 и риск-ориентированного подхода.

На первом этапе произведена идентификация и оценка рисков нарушений поставок в железнодорожных грузоперевозках (табл. 1).

Таблица 1

Идентификация и оценка рисков

Участник процесса	Основные риски	Оценка риска
Грузоотправитель	– ошибки в оформлении документов; – отсутствие вагона к нужной дате погрузки; – несвоевременная подача груза	Р1.1 – 10 баллов Р1.2 – 15 баллов Р1.3 – 15 баллов
Отдел логистики	– неправильный выбор перевозчика; – нарушение в оплатах контрагентам; – ошибки в оформлении документов	Р2.1 – 15 баллов Р2.2 – 15 баллов Р2.3 – 10 баллов
Экспедитор	– отсутствие необходимого количества вагонов; – несоблюдение сроков доставки; – параметры перевозки не согласованы	Р3.1 – 6 баллов Р3.2 – 10 баллов Р3.3 – 15 баллов
Диспетчер	– несвоевременная передача вагона на погрузку; – отсутствие контроля за движением транспорта; – невыполнение планов перевозки	Р4.1 – 15 баллов Р4.2 – 5 баллов Р4.3 – 10 баллов
Грузополучатель	– несвоевременный прием груза; – ошибки при проверке состояния груза; – недостатки в хранении и обработке на месте назначения	Р5.1 – 12 баллов Р5.2 – 8 баллов Р5.3 – 8 баллов

В результате комплексной оценки рисков было детально идентифицировано и проанализировано влияние потенциальных угроз на всех участников процесса. Выявленные риски классифицированы по степени критичности и вероятности возникновения, что позволило сформировать объективную картину возможных негативных последствий для каждого звена в цепочке взаимодействия. Особое внимание было уделено рискам, способным оказать существенное влияние на сроки выполнения работ и качество конечного результата [4].

Исходя из проведенной оценки выделены риски для каждого участника процессов логистической цепочки:

1. Грузоотправитель – высокий (наличие риска выше 15 баллов);
2. Отдел логистики – высокий (наличие риска выше 15 баллов);
3. Экспедитор – высокий (наличие риска выше 15 баллов);
4. Диспетчер – высокий (наличие риска выше 15 баллов);
5. Грузополучатель – умеренный (наличие рисков в диапазоне 8–12 баллов).

В ходе анализа было установлено, что внешние участники логистической цепочки демонстрируют более высокую устойчивость к потенциальным рискам по сравнению с внутренними подразделениями компании. Это обусловлено их независимостью от внутренних процессов и возможностью оперативного реагирования на возникающие сложности [5]. В то же время внутренние службы, являясь непосредственными исполнителями, находятся в

прямой зависимости от качества работы внешних контрагентов, что существенно влияет на эффективность всего процесса перевозки. Любые сбои или задержки со стороны внешних участников неизбежно приводят к цепной реакции, отражающейся на работе внутренних подразделений и требующей дополнительных ресурсов для устранения негативных последствий. Зависимость рисков с помощью графа связей представлена на рис. 1.

На основе требований ИСО 9001 [1] нами определены события, предшествующие рискам, а также определены события, которые необходимо развивать для купирования выбранных рисков (табл. 2).

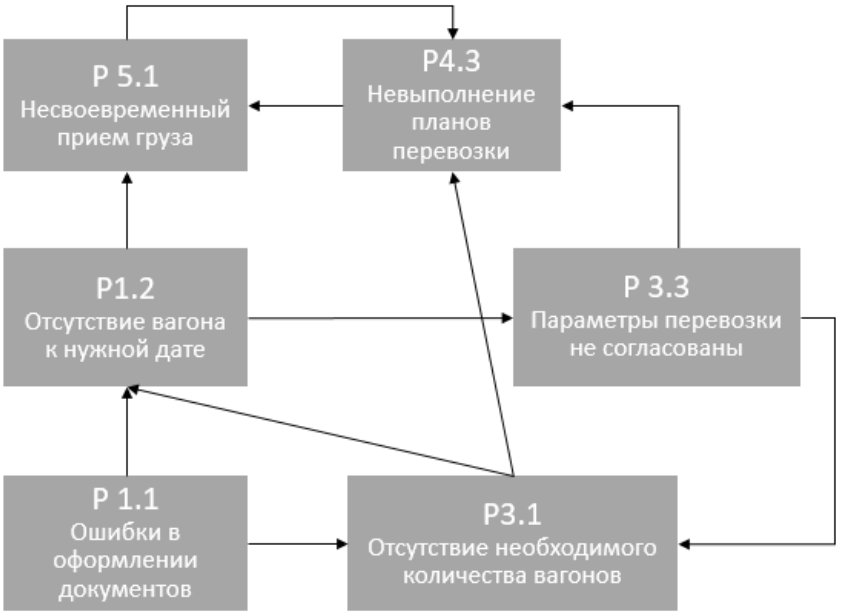


Рис. 1. Граф связи рисков

Таблица 2

Показатели результативности процессов логистической службы

Название субпроцесса/ макропроцесса	**Риски**	**Влияние риска**	**События, предшествующие риску (п. ИСО 9001)**	**Показатель результатив-ности**	**События для купирования риска (п. ИСО 9001)**
Х.3 Выбор оптимальных ставок для перевозки грузов					
Х.3.1 Анализ и оценка предложения ставок от рыночного уровня	Р2.1 Р3.3	Увеличение затрат компании	8.2.3 «не обеспечен анализ способности выполнять требования к услугам, которые предлагаются потребителям»	Заработок направления	6.1.2 «планировать: a) действия по рассмотрению этих рисков и возможностей; b) то, каким образом: 1) интегрировать и внедрить эти действия в процессы СМК; 2) оценивать результативность этих действий»
Х.3.2 Закрытие документов	Р1.1, Р2.2, Р2.3	Увеличение затрат компании, повышение	8.5.1 «не выполнены действия с целью предотвращения	Количество своевременно сданных документов	7.1.6 «определить знания, необходимые для

Название субпроцесса/ макропроцесса	Риски	Влияние риска	События, предшествующие риску (п. ИСО 9001)	Показатель результатив-ности	События для купирования риска (п. ИСО 9001)
		налоговой нагрузки, увеличение времени закрытия финансовой отчетности	ошибок, связанных с человеческим фактором»	(оригиналов документов)	функционирования ее процессов и для достижения соответствия продукции и услуг требованиям.
					Обеспечивать доступность этих знаний и поддерживать их актуальность»
X.5 Контроль перевозочного процесса на всех этапах начиная с погрузки					
X.5.2 Обеспечение вагонов под планы перевозки выполнять обязательства перед потребителями услуг в перевозке	Р1.2, Р.2.2, Р3.1, Р3.2, Р4.1, Р4.2, Р4.3, Р5.1	Увеличение затрат компании, невыполне-ние обяза-тельств перед грузоотпра-вителями/ грузополу-чателями, нарушение графика отгрузок	7.1.3 «не обеспечена поддержка инфраструктуры, необходимой для функционировани я процессов»; 8.1 «не обеспечено планирование, внедрение процессов, необходимых для выполнения требований к предоставлению услуг»	Выполнение обеспечения планов	6.1.2 «планировать: а) действия по рассмотрению этих рисков и возможностей; b) то, каким образом: 1) интегрировать и внедрить эти действия в процессы СМК; 2) оценивать результативность этих действий»

По результатам проведенной работы было разработано мероприятие, способствующее отработке событий, предшествующих рискам для макропроцесса «Анализ и оценка предложения ставок от рыночного уровня». Для совершенствования процессов планирования разработана формула определения затрат экспедитора (ставка) с целью предотвращения или уменьшения нежелательного влияния рисков и повышения уверенности в достижении запланированных результатов (формула 1).

$$\text{Стоимость } = T_{\text{общее}} * (C_{\text{а}} + C_{\text{дисп}} + C_{\text{рем}}) - (T_{\text{п}} - T_{\text{эп}} + T_{\text{в}} - T_{\text{эв}}) * C_{\text{штраф}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{общее}}$.—общий оборот вагона, сут.; $C_{\text{а}}$ – суточная ставка аренды вагона, руб./ сутки; $C_{\text{дисп}}$– суточные затраты на диспетчера, руб./сут.; $C_{\text{рем}}$– суточные затраты на ремонт вагона, руб/сут.; $T_{\text{п}}$– фактическое время простоя на погрузке, сут.; $T_{\text{эп}}$– норматив простоя вагона на погрузке от экспедитора, сут.; $T_{\text{в}}$– фактическое время простоя на выгрузке, сут.; $T_{\text{эв}}$– норматив простоя вагона на выгрузке от экспедитора, сут.; $C_{\text{штраф}}$– оплата экспедитору суточных за простой вагона, руб/сут.

Такой подход обеспечивает системное управление рисками и возможностями в соответствии с требованиями ИСО 9001 и способствует улучшению эффективности процесса, повышая качество услуг и удовлетворенность потребителей.

Сравнительный анализ коммерческих предложений, поступающих от экспедиторов, дает оценку их конкурентоспособности. Это позволяет повысить качество планирования и снизить вероятность возникновения рисков за счет более объективного выбора оптимальных ставок и условий сотрудничества, что способствует улучшению эффективности макропроцесса и повышению общей надежности исполнения. Для удобства сравнительного анализа и планирования работы с контрагентами разработан инструмент, позволяющий прогнозировать стоимость по выбранным направлениям перевозок, обеспечивая предварительную оценку результатов по всей логистической цепочке. Инструмент представляет собой модель, которая работает на основе формулы затрат с проведением сравнительного анализа через открытые статистические данные по основным параметрам перевозок по железнодорожной сети (рис. 2).

Рис. 2. Модель для сравнительного анализа рыночных условий перевозок

В формульной проверке стоимости перевозки были установлены целевые уровни, которые служат ориентирами для формирования четких и реалистичных финансовых ожиданий по затратам на перевозку, что способствует улучшению планирования и контроля расходов. Аналитический подход и прогнозирование позволяют эффективно поддерживать затраты в заранее установленных финансовых пределах, что способствует сохранению качества продукции и рентабельности бизнеса.

Таким образом, применение риск-ориентированного подхода в деятельности железнодорожных компаний улучшит надежность логистических цепочек и повысит конкурентоспособность отрасли. Требования ИСО 9001, в свою очередь, являются основой для управления рисками нарушения поставок в железнодорожных грузоперевозках. Применение стандартов способствует повышению качества перевозок, снижению сбоев и удорожания, а предложенное модельное решение представляет собой объективный инструмент управления качеством и эффективностью.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9001–2015 Системы менеджмента качества. Требования. – Дата введения 2015-02-01. – М.: Стандартинформ, 2020. – Текст: электронный. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200124394?ysclid=mfkrxa5kl815281279 (дата обращения: 19.08.2025).
2. ISO 22163:2023 Система менеджмента качества на железных дорогах – ISO 9001:2015 и особые требования для применения в железнодорожной отрасли. – URL.: https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:22163:ed-1:v1:en (дата обращения 05.09.2025).
3. Котов С.С. Международный стандарт ISO 22163:2023: экспертный анализ // Методы менеджмента качества. 2024. №5. С. 30–36. – URL.: https://centr-prioritet.ru/images/stories/images/stories/Котов_Международный_стандарт_ISO_221632023_05_2024.pdf (дата обращения: 05.09.2025).
4. Управление логистическими рисками в цепях поставок: учебное пособие / С.С. Кудрявцева, А.И. Шинкевич; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2014. – 203 с. URL: https://clck.ru/3PGj3T (дата обращения: 05.09.2025).
5. Управление рисками в логистике: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / Г.Л. Бродецкий, Д.А. Гусев, Е.А. Елин. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 192 с. – (Непрерывное профессиональное образование: Логистика) URL: https://clck.ru/3PGjFa (дата обращения: 05.09.2025).

References

1. GOST R ISO 9001–2015 "Quality management systems. Requirements". – Date of introduction 2015-02-01. Moscow: Standartinform, 2020. – Text: electronic. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200124394?ysclid=mfkrxa5kl815281279 (accessed on 19.08.2025).
2. ISO 22163:2023 "Quality Management System for Railways - ISO 9001:2015 and Special Requirements for Application in the Railway Industry". – URL.: https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:22163:ed-1:v1:en (accessed on 05.09.2025).
3. Kotov S.S. International Standard ISO 22163:2023: Expert Analysis// Quality Management Methods.-2024.-No. 5.-P. 30–36. – URL.: https://centr-prioritet.ru/images/stories/images/stories/Kotov_International_standard_ISO_221632023_05_2024.pdf (accessed: 05.09.2025).
4. Logistics risk management in supply chains : a textbook / S.S. Kudryavtseva, A.I. Shinkevich; M-vo image. and Sciences of Russia, Kazan National University research. technol. un-T. Kazan : KNRTU Publishing House, 2014. 203 p. URL: https://clck.ru/3PGj3T (accessed: 05.09.2025).
5. Risk management in logistics : studies. student's handbook. institutions of higher Prof. education / G.L.Brodetsky, D.A.Gusev, E.A.Elin. Moscow : Publishing Center "Academy", 2010. 192 p. –Continuing professional education: Logistics) URL: https://clck.ru/3PGjFa (accessed: 05.09.2025).

Для цитирования
Ушаков А.Д. Сварные соединения. Определение размеров участков зоны термического влияния / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 276–279.

УДК 006.05

СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ УЧАСТКОВ ЗОНЫ ТЕРМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ

Ушаков А.Д., *ведущий инженер ГЦСТнТ, РУТ «МИИТ», г. Москва*

Статья рассматривает актуальную задачу о необходимости разработки нового государственного стандарта по определению размеров участков зоны термического влияния (ЗТВ) по классическому в сварке подходу, а именно, по распределению максимальных температур. Актуальность обусловлена наличием существенных разночтений в существующей нормативной документации относительно терминологии и определений, касающихся ЗТВ. Отсутствие единого подхода и утвержденной методики затрудняет проведение объективных исследований и снижает точность оценки воздействия тепловых процессов на материалы и конструкции. Создание единого стандарта обеспечит согласованность и точность измерений.

Ключевые слова: зона термического влияния, основной металл, размер, сварной шов, структура металла, термин, термический цикл, участок.

WELDED CONNECTIONS. DETERMINING THE SIZE OF AREAS IN THE HEAT-AFFECTED ZONE

Ushakov A.D., Leading Engineer RUT MIIT, Moscow

He article addresses an urgent task regarding the need to develop a new state standard for determining the dimensions of heat-affected zone areas based on the classical welding approach–namely, by distributing maximum temperatures. The urgency is due to significant discrepancies in existing regulatory documentation concerning terminology and definitions related to the heat-affected zones. Lack of a unified approach and approved methodology complicates objective research and reduces the accuracy of assessing thermal process impacts on materials and structures. Establishing a single standard will ensure consistency and precision in measurements.

Keywords: o heat-affected zone, base metal, size, welded Joint, metal structure, term, thermal cycle, section.

При формировании сварных швов сваркой плавлением помимо самого шва образуется область, подверженная воздействию высоких температур. Впервые в работе В.Н. Шумкина [4] эта область получила название «зона термического влияния» (далее – ЗТВ). Определение ее размеров важно для понимания процессов, происходящих в металле, оценки качества соединения и разработки методов контроля сварочного процесса.

Следует уточнить определение термина «ЗТВ». Ранее действовавший ГОСТ 2601–84 определял ЗТВ следующим образом: *участок основного металла, не подвергшегося расплавлению, структура и свойства которого изменились в результате нагрева при сварке или наплавке*. Современный ГОСТ Р 58904–2020 определяет ЗТВ иначе: *участок нерасплавленного основного металла, микроструктура которого изменилась*.

Важно отметить, что новый стандарт исключает указание на изменение свойств металла. Однако в большинстве случаев для снятия остаточных напряжений используют различные виды отпуска, при этом свойства металла изменяются, а структура нет.

Таким образом, старый ГОСТ давал более правильное определение.

Формирование структур в ЗТВ происходит под воздействием термических циклов, изменяющихся по мере удаления от сварного шва. В свою очередь, простой термический цикл описывают с использованием 4 параметров [1–2] (рис. 1): T_{max} – максимальная температура нагрева; $\omega_н$ – время нагрева; $\omega_о$ – время охлаждения; $t_н$ – время нахождение выше температуры A_{C3}. Однако, определяющим параметром, оказывающим влияние на формирование структуры, считается максимальная температура.

Поскольку структура в пределах ЗТВ изменяется, в 1941 году Г.И. Погодиным-Алексеевым [3], было предложено определять участки ЗТВ по кривой распределения максимальных температур (рис.2). Этот метод качественно объясняет образование участков во взаимосвязи с диаграммой железо-углерод (см. табл. 1). В работе [2] впервые предложено назвать этот метод методом Г.И. Погодина-Алексеева.

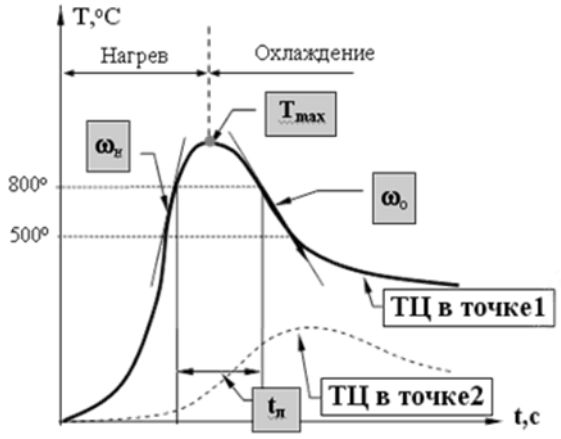


Рис 1. Термический цикл

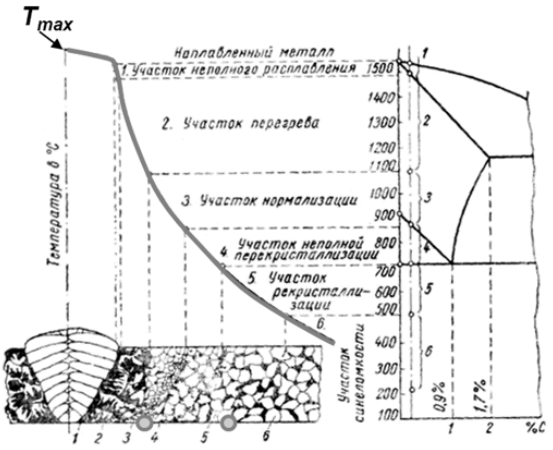


Рис 2. Строение зоны термического влияния

Таблица 1

Характеристики участков зоны термического влияния

Характеристики участков			
№	**Структура металла**	**Температура, °С**	**Ширина, мм**
	Столбчатая, литая, с пониженными механическими свойствами	$>T_л$	½ ширины шва
1	Рост зерна, образование игольчатой структуры с повышенной хрупкостью	$T_л – T_{сл}$*	0,1 – 0,4
2	Крупнозернистое строение с пониженной ударной вязкостью и пластичностью	$T_{сл}$ – 1100	3–4
3	Измельчение зерна, повышение механических свойств	1100 – 880	0,2 – 4,0
4	Смешанное строение из мелких и крупных зерен с пониженными механическими свойствами	880 – 730	0,1 – 3,0
5	Восстановление формы и размеров зерен металла	730 – 510	0,1 – 1,5
6	Структурных изменений не имеет	510 – 200	0,8 – 12

*) $T_л$ – температура ликвидус; $T_{сл}$ – температура солидус.

Следует отметить, что в некоторых стандартах, например в ГОСТ Р 50.05.02–2022 «Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме контроля. Унифицированные методики. Ультразвуковой контроль

сварных соединений и наплавленных поверхностей», наблюдается не вполне корректное использование самого термина – ЗТВ. Так, в примечании к п. 3.10 данного стандарта говорится: «*Сварное соединение включает три характерные зоны, образующиеся во время сварки: зону сварного шва, зону сплавления и зону термического влияния (околошовную зону*)». Здесь использован термин – зона сварного шва, однако в соответствии с ранее действовавшим ГОСТ 2601 есть термин № 65 – сварной шов. В действующем в настоящее время ГОСТ Р 58904–2020 «Сварка и родственные процессы. СЛОВАРЬ. Часть 1. Общие термины» в п. 2.1.2.1 введен новый термин – металл шва, определение которого совпадает с термином № 65 в ГОСТ 2601. Таким образом, одному и тому же определению соответствует три термина – зона сварного шва, сварной шов, металл шва.

Кроме того, в ГОСТ Р 50.05.02–2022 использован термин – зона сплавления, что не соответствует классическому подходу по методу Г.И. Погодина-Алексеева, где используется термин – участок № 1 – неполного расплавления.

Следует подчеркнуть, что на протяжении многих десятилетий (с 1974 по 2020 г.) инженеры-сварщики руководствовались положением, изложенным во введениях в ГОСТ 2601 как в 1974 г., так и в 1984 г.: «… *Термины, установленные стандартом, обязательны для применения в документации всех видов, научно-технической, учебной и справочной литературе. Для каждого понятия установлен один стандартизованный термин.* ***Применение терминов-синонимов стандартизованного термина запрещается***…». Однако в ГОСТ Р 50.05.02–2022 использовано два термина-синонима, а именно: зона термического влияния, околошовная зона.

Одним из основных вопросов является: как определить общий размер ЗТВ?

В соответствии с методом Г.И. Погодина-Алексеева этот размер определяют по расположению T_{max} = 200°С. Однако на сегодняшний момент в ряде нормативных документов нормируется определение ЗТВ по замерам твердости металла (табл. 2). Исходя из логики и физического смысла термина, оценка размера ЗТВ должна проводиться исключительно на основании измерения температуры (в градусах), а не косвенно оцениваемых показателей, таких как твердость поверхности (в Мпа).

Таблица 2

Определение ЗТВ по твердости

СНиП 3.06.04–91	п. 10.58 ... На сварных технологических пробах, кроме того, определяют коэффициент формы провара, ширину и очертание зон термического влияния (ЗТВ), измеряют твердость различных зон сварного шва
СТО-ГК «Трансстрой» – 012-2018	п. 11.31 ...На технологических пробах или контрольных образцах, кроме того, определяют коэффициент формы провара, ширину и очертание ЗТВ, измеряют твердость различных зон сварного шва

Анализируя распределение максимальных температур вдоль оси сварного шва, можно определить размеры различных участков зоны термического влияния. Ниже приведена Методика определения участков ЗТВ:

1. По заданной марке стали, предназначенной для сварки, определяют содержание в ней углерода;

2. Исходя из содержания углерода по диаграмме равновесного состояния железо-углерод определяют критические температуры – Ac_1, Ac_3, $T_{сл}$, $T_л$;

3. Задают режимы и производят сварку;

4. В предварительно заданных местах методами тепловизионного контроля измеряют значения максимальных температур – T_{max};

5. Строят распределение максимальных температур в выбранном сечении;

6. Соотносят измеренные максимальные температуры с критическими и определяют размер участков ЗТВ и по равновесной диаграмме железо-углерод прогнозируют структуру, в

частности, в участках 2–4 в зависимости от степени аустенизации (т.е. диапазонов температур образования и роста аустенита) в стали.

7. Для распределения максимальных температур по сварному соединению могут использоваться следующие методы:

Дополнительно к п. 1 методики следует уточнить, что в различных сталях легирующие элементы изменяют положение критических точек, в результате чего они расширяют или сужают область аустенита и могут способствовать образованию карбидов. Поэтому целесообразно использовать критерий $C_{экв}$, который основан на приведении основных химических элементов металла к углероду.

Выводы:

1. В результате научного анализа ряда стандартов выявлены следующие аспекты: используются термины-синонимы, что недопустимо для применения в документации всех видов, научно-технической, учебной и справочной литературе; одному и тому же определению соответствуют три термина – зона сварного шва, сварной шов, металл шва; на сегодняшний момент в ряде нормативных документов нормируется определение ЗТВ по замерам твердости металла.

2. В настоящее время отсутствует стандарт по регламентации определения размеров участков и общего размера зоны термического влияния, на основании чего предлагается разработать национальный стандарт РФ «Сварные соединения. Определение размеров участков зоны термического влияния».

Список литературы

1. Петров С.Ю. Сварка развитие основных понятий. – М.: Из-во «МБА», 2021. – 40 с.
2. Петров С.Ю. Теоретические подходы к описанию структурных превращений в зоне термического влияния. Анализ имеющихся подходов // Сварочное производство. № 10, 2021. – С. 3–11.
3. Погодин-Алексеев Г.И. Теория сварочных процессов. – М.-Л.: Машгиз, 1945. – 368 с.
4. Шумкин В.Н. Теоретические основы сварки. Конспект лекций. II часть. – Владивосток: 1937. – 122 с.

References

1. Petrov S.Yu. Welding Development of Basic Concepts. – M.: MBA Publ., 2021. – 40 p.
2. Petrov S.Yu. Theoretical Approaches to Describing Structural Transformations in the Heat-Affected Zone. Analysis of Existing Approaches. // Welding Production, no. 10, 2021, pp. 3–11.
3. Pogodin-Alekseyev G.I. Theory of Welding Processes. – M.-L.: Mashgiz Publ., 1945. – 368 p.
4. Shumkin V.N. Theoretical Foundations of Welding. Lecture Notes. Part II / Vladivostok, 1937. – 122 p.

Для цитирования:
Федоров А.В., Саксонов А.С. Автоматизация сбора, укрупнения и обработки несоответствий кабельно-проводниковой продукции / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 280–282.

УДК 621

АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРА, УКРУПНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ НЕСООТВЕТСТВИЙ КАБЕЛЬНО-ПРОВОДНИКОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Федоров А.В., *аспирант, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара*
Саксонов А.С., *канд. техн наук, доцент кафедры, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара*

В работе представлена концепция автоматизированного программного инструмента контроля качества кабельно-проводниковой продукции, который позволит совместно со сбором и систематизацией дефектов выполнить их укрупнение по категориям, присвоить код дефекта и провести статистический анализ дефектности.

Ключевые слова: кабельно-проводниковая продукция, контрольная карта Шухарта, частота отказов, дефектность продукции, кодификация дефектов.

AUTOMATION OF COLLECTION, ENLARGEMENT, AND PROCESSING OF CABLE AND CONDUCTOR PRODUCTS

Fedorov A.V.*, postgraduate student, Samara State Technical University, Samara*
Saksonov A.S.*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department, Samara State Technical University, Samara*

The paper presents the concept of an automated software tool for quality control of cable and wire products, which will allow, together with the collection and systematization of defects, to perform their consolidation into categories, assign a defect code, and conduct a statistical analysis of defectiveness.

Keywords: cable and conductor products, Shewhart control chart, failure rate, product defects, defect coding.

Как показывает теория и практика управления качеством продукции [2, 3, 5], совершенствование конструкции, ее технологии производства, ключевых функциональных показателей невозможно без сбора и систематизации информации о всех возникающих дефектах на таких стадиях жизненного цикла, как технологический процесс и эксплуатация [4].

Современная практика кабельной промышленности предполагает сбор и систематизацию дефектов, но она заканчивается формированием электронной таблицы, с описанием возникшего дефекта, причины, его повлекшей, марки (типа) изделия.

Рациональным решением проблемы анализа дефектности кабельно-проводниковой продукции (КПП) на основе статистических данных, на наш взгляд, будет создание автоматизированной базы данных дефектов, которая на основе введенных пользователем данных укрупнит вид дефекта, по ключевым словам, укрупнит причину дефекта, присвоит код, зарегистрирует в базе введенные пользователем ключевые показатели технологического качества продукции (сопротивление изоляции, омическое сопротивление токопроводящей жилы, расчетная толщина изоляции и др.). Внесенные пользователем в базу данные выступают

основанием для статистического анализа ситуации с дефектностью КПП за контрольные промежутки времени, которые выбираются самим пользователем. Статистический анализ основан на использовании апробированных инструментов:

1) Построение графика частоты отказов для отдельно взятого вида изделия с конкретным кодом дефекта;

2) Построение контрольной карты Шухарта для выявления нестабильности технологического процесса, где в качестве кривой контролируемой величины выступают ключевые показатели технологического качества, в качестве нижней и верхней контрольных границ – границы полей допуска этих показателей, а в качестве центральной линии – среднее значение контролируемого показателя технологического качества.

Таким образом, мы представляем концепцию инструмента автоматизации контроля качества КПП.

Ниже, на рис. 1, мы приводим графическую модель, описывающую алгоритм вноса в базу дефектов, их укрупнения, ввода контролируемых параметров каждого испытуемого изделия и статистического анализа.

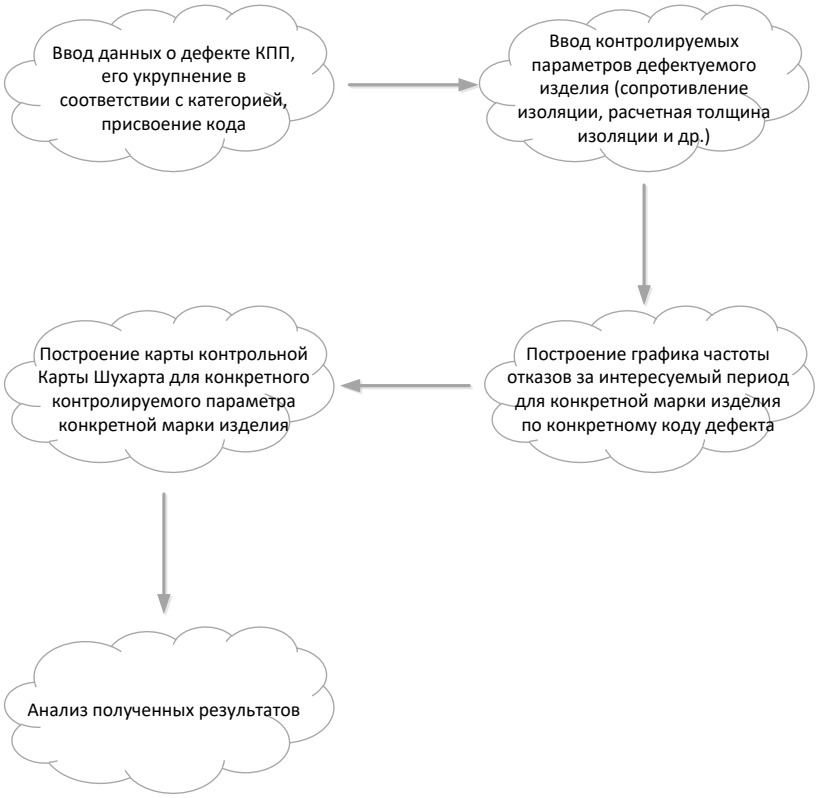


Рис. 1. Концептуальный алгоритм работы с автоматизированным инструментом контроля качества КПП

Построенные графики частот отказов и контрольных карт Шухарата [1] даст основание для углубленного, точечного анализа ситуации с дефектностью КПП.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 11462-1–2007 Статистические методы. Руководство по достижению уверенности в соответствии спецификациям. Ч. 1: Общие принципы и концепции [Текст]. – Введ. 2008-07-01. – М.: Стандартинформ, 2007. – VI, 21 с.
2. Лайкер, Джеффри К. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира / Джеффри К. Лайкер. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 401 с.
3. Жизненный цикл и реализация летательного аппарата / Федер. агентство по образованию, Моск. авиац. ин-т (Гос. техн. ун-т); Б.В. Бойцов [и др.]. – М.: Изд-во МАИ, 2005. – 519 с.

4. Клейменов С.И. Разработка комплекса инструментов экспертного и встроенного статистического управления качеством в автомобильном производстве: специальность 05.02.23 «Стандартизация и управление качеством продукции»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Клейменов Сергей Иванович. – 2020. – 162 с.
5. Орлов, А.И. Прикладная статистика: учебник / А.И. Орлов. – М.: Экзамен, 2006. – 671 с.

References

1. GOST R ISO 11462-1-2007. Statistical methods. A guide to achieving confidence in compliance with specifications. Part 1: General principles and concepts [Text]. – Introduction. 2008-07-01. – Moscow: Standartinform, 2007. – VI, 21 p.
2. Liker, Jeffrey K. The Toyota Tao: 14 Principles of Management of the World's Leading Company / Jeffrey K. Laiker. Moscow: Alpina Business Books, 2005. 401 p.
3. The life cycle and implementation of the aircraft / Feder. Agency for Education, Moscow region. aviation center. in-t (State Technical University University) ; B.V. Boytsov [et al.]. Moscow: MAI Publishing House, 2005. 519 p.
4. Kleimenov, S.I. Development of a set of tools for expert and embedded statistical quality management in automotive production : specialty 05.02.23 "Standardization and product quality management" : dissertation for the degree of candidate of Technical Sciences / Kleimenov Sergey Ivanovich. – 2020. – 162 p.
5. Orlov, A. I. Applied statistics: textbook / A.I. Orlov. – Moscow: Exam, 2006. – 671 p.

Для цитирования
Федотова А.В., Мальцева Е.Н. Информационные технологии и стандарты качества в системе менеджмента качества / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 283–288.

УДК 338.242

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СТАНДАРТЫ КАЧЕСТВА В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Федотова А.В., *канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизации и управления, ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», г. Иркутск*
Мальцева Е.Н., *магистрант кафедры автоматизации и управления, ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», г. Иркутск*

Роль информационных технологий в системе менеджмента качества и их влияние на стандарты качества, является важным аспектом для достижения стратегических целей организаций, что определяет необходимость их интеграции в процессы стандартизации. Современные информационные системы способствуют автоматизации и оптимизации бизнес-процессов, повышая конкурентоспособность компаний. Эффективное управление информационными системами является критически важным для соблюдения стандартов качества, обеспечения доступности информации о нормативных документах.

Ключевые слова: система менеджмента качества, информационные технологии, стандартизация, устойчивое развитие, стандарты качества, цифровая трансформация.

INFORMATION TECHNOLOGIES AND QUALITY STANDARDS IN THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM

Fedotova A.V., *Candidate of Technical Sciences, associate professor of the Department of Automation and Control, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk*
Maltseva E.N., *master's student of the Department of Automation and Control, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk*

The role of information technology in the quality management system and its impact on quality standards is crucial for achieving organizations' strategic goals, necessitating their integration into standardization processes. Modern information systems facilitate the automation and optimization of business processes, enhancing companies' competitiveness. Effective management of information systems is critical for maintaining quality standards and ensuring the availability of regulatory information.

Keywords: quality management system, information technology, standardization, sustainable development, quality standards, digital transformation.

Введение

В настоящее время информационные технологии становятся все более значимыми для достижения стратегических целей организаций, что приводит к появлению новых требований к информационным технологиям и системам. Информационные системы выступают в качестве генератора товаров и услуг на основе конкурентного анализа, это не только комплекс компонентов для обработки информации.

В контексте информационных систем технологии играют ключевую роль в процессе принятия управленческих решений. Они предоставляют различные варианты для ведения бизнеса и трансформации организаций. Опытный руководитель должен уметь максимально

использовать потенциальные плюсы информационных технологий, обладать достаточной экспертизой для управления процессами внедрения и развития информационных технологий в организации и осознавать, когда требуются дополнительные ресурсные затраты или помощь специалистов извне. Окончательные решения должны приниматься руководителем. Важно понимать, что задачи управления информационными системами и ресурсами в системе менеджмента качества схожи для всех организаций, что отображено в стандартах качества.

Роль информационных технологий в стандартизации качества

В Федеральном законе «О стандартизации в Российской Федерации» от 29.06.2015 № 162-ФЗ, в главе 7, описано информационное обеспечение стандартизации[2]. Доступность информации о разрабатываемых и принятых нормативных документах должна быть у заинтересованных лиц, кроме части, рассматриваемой как государственная тайна. Государственным органам принадлежит исключительное право на публикацию стандартов и информации о сертифицированной продукции, что регулируется Правительством РФ. Госстандарт РФ организует официальную публикацию нормативных документов и ведет Федеральный информационный фонд стандартов и классификаторов.

В качестве важного аспекта информационного обеспечения стандартизации выступает создание условий для открытого доступа к информации, что способствует повышению прозрачности процессов и улучшению взаимодействия между государственными органами, предприятиями и потребителями. Кроме того, система информационного обеспечения стандартизации должна обеспечивать своевременное обновление данных, чтобы пользователи могли получать актуальную информацию о новых стандартах и изменениях в уже действующих документах. В рамках данной системы также предусмотрено использование современных технологий, таких как электронные базы данных и онлайн-платформы, что значительно упрощает доступ к необходимой информации и позволяет пользователям эффективно ориентироваться в большом объеме нормативных документов. Таким образом, информационное обеспечение стандартизации не только поддерживает правовые и организационные аспекты, но и способствует развитию инноваций и повышению конкурентоспособности отечественной продукции на рынке.

В свою очередь, для целей принятия управленческих решений и обработки информации существует информационная система управления (ИСУ). Это совокупность информации, технических, программных, других технологических средств, специалистов, а также экономических и математических методов, моделей. Основная цель ИСУ заключается в обеспечении эффективного сбора, хранения, обработки и анализа данных, что позволяет оперативно реагировать на изменения внешней и внутренней среды.

Кроме того, для повышения уровня автоматизации и снижения вероятности ошибок, связанных с ручным вводом данных, оптимизируются бизнес-процессы с помощью ИСУ. Важным аспектом функционирования ИСУ является интеграция различных источников информации, что обеспечивает целостный подход к анализу и позволяет принимать более обоснованные решения [1]. Успешное внедрение ИСУ требует квалифицированного персонала, способного не только использовать систему, но и адаптировать ее под конкретные нужды организации.

Экономические преимущества внедрения стандартов качества

Внедрение стандартов качества – это не просто следование правилам или формальность, это стратегическое решение, приносящее ощутимые экономические преимущества для любого предприятия. Стандарты ISO 9000 (в частности, стандарт ISO 9001[3]), отраслевые нормативные документы и внутренние системы, служат основой для создания продукции и услуг, что в конечном итоге приводит к финансовой выгоде и устойчивому развитию. Одним из наиболее очевидных экономических преимуществ является снижение издержек.

[2] https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181810/fd2143b83cb7bf8e1560f81b093f1d812e8aab46/
[3] https://docs.cntd.ru/document/1200124394

Предприятия, работающие по стандартам качества, сталкиваются с меньшим количеством дефектов, брака, что приводит к результативности. Это напрямую сокращает затраты на материалы, рабочую силу и энергию. Кроме того, стандартизация процессов ведет к оптимизации производственных циклов, уменьшению отходов и более эффективному использованию ресурсов. Меньшее количество ошибок означает также сокращение гарантийных обязательств, сервисного обслуживания и затрат на решение проблем с клиентами. Второе ключевое преимущество – это рост доходов и улучшение позиций на рынке. Высокое качество продукции и услуг приводит к повышению удовлетворенности и лояльности клиентов. Довольные клиенты становятся постоянными, рекомендуют компанию другим, что расширяет клиентскую базу и увеличивает продажи. Улучшенная репутация бренда и применение стандарта ISO 55001[4] (и его серии 55000) позволяют устанавливать более конкурентоспособные цены и открывают доступ к новым рынкам, где соблюдение определенных стандартов качества является обязательным условием для входа. Третье, не менее важное преимущество заключается в повышении операционной эффективности. Стандарты качества требуют документирования и анализа процессов, что делает их более прозрачными, управляемыми и предсказуемыми. Это улучшает координацию между отделами, снижает вероятность ошибок из-за недопонимания и способствует более быстрому принятию решений на основе фактических данных. Кроме того, стандарты повышают мотивацию и вовлеченность сотрудников, которые точно знают свои обязанности и стандарты работы. Четвертое преимущество – управление рисками. Соблюдение стандартов качества помогает минимизировать юридические и регуляторные риски, связанные с безопасностью продукции, экологическими нормами или соответствием законодательству [2; 3]. Это защищает компанию от штрафов, судебных исков и ущерба репутации, которые могут быть чрезвычайно дорогостоящими.

ИТ-решения трансформировали традиционные подходы к управлению качеством, переводя их на новый уровень эффективности и проактивности, данные представлены в таблице.

Эволюция систем менеджмента качества при внедрении цифровых технологий

Аспект СМК	До ИТ-революции (традиционный подход)	С ИТ-интеграцией (современный подход)	Ключевые ИТ-инструменты/технологии
1. Управление документацией	Бумажные архивы, ручное ведение записей, локальное хранение	Централизованные СЭД, версионирование, облачное хранение, электронные подписи	Системы электронного документооборота (СЭД), Облачные хранилища, ECM-системы
2. Сбор и анализ данных	Ручной сбор, выборочные проверки, анализ задним числом	Автоматизированный сбор в реальном времени, комплексный анализ больших данных	MES-системы, ERP-системы, IoT-сенсоры, Платформы Business Intelligence (BI), большие данные (Big Data)
3. Мониторинг и контроль процессов	Визуальный контроль, контрольные карты, периодические аудиты	Цифровые двойники, проактивный мониторинг, предиктивная аналитика	IoT, Системы исполнения производства (MES), Искусственный интеллект (AI), Машинное обучение (ML)
4. Управление несоответствиями	Заполнение бумажных форм, ручная классификация, медленное реагирование	Автоматическая регистрация, маршрутизация, анализ корневых причин (RCA), отслеживание коррекций	CRM-системы, ERP-системы, специализированные QMS-модули, AI для анализа инцидентов

[4] https://docs.cntd.ru/document/1200116214

Аспект СМК	До ИТ-революции (традиционный подход)	С ИТ-интеграцией (современный подход)	Ключевые ИТ-инструменты/технологии
5. Взаимодействие с заинтересованными сторонами	Личные встречи, телефон, почта	Единые платформы коммуникации, порталы, автоматизированные оповещения	CRM-системы, корпоративные порталы, интегрированные платформы коммуникации
6. Аудиты и обзоры	Выездные аудиты, бумажные чек-листы, долгий сбор данных	Дистанционные аудиты, электронные чек-листы, автоматизированная отчетность	Облачные QMS-системы, инструменты для удаленного сотрудничества (видеоконференции), RPA-боты
7. Обучение и развитие персонала	Классные занятия, бумажные инструкции	E-learning платформы, виртуальная реальность (VR) для обучения, персонализированные треки	L&D-платформы, VR/AR, Интерактивные руководства

При проведении исследований выяснилось, что СМК может существенно повысить экономические показатели, например снизить затраты на 20–40% за счет уменьшения брака. Стоит отметить, что для этого необходимо поддерживать непрерывно растущий и стабильный уровень качества. Приведем результаты мониторинга удовлетворенности клиентов до и после внедрения СМК с применением 5S в АО «Телеком Холдинг» (АО «ЭР-Телеком Холдинг», российская телекоммуникационная компания) в качестве примера оценивания результативности СМК. 5S – инструмент бережливого производства, а также система организации и рационализации рабочего места, состоящая из 5 этапов: сортировка, соблюдение порядка, содержание в чистоте, стандартизация, совершенствование. Согласно полученным данным, показатели удовлетворенности клиентов значительно увеличились. Так, показатель качества обслуживания увеличился с 1 до 4 (по шкале оценивания от 1 до 5), с 2 до 5 для скорости обслуживания, с 1 до 4 для компетентности обслуживающего персонала в решении вопросов, с 1 до 5 для качества услуг поддержки клиентов, с 3 до 5 для вежливости, с 2 до 4 для соотношения цена/качество.

Внедрение стандартов качества способствует непрерывному улучшению и инновациям. Системы управления качеством поощряют регулярный анализ производительности, выявление узких мест и поиск путей для оптимизации. Это создает культуру постоянного развития, что является критически важным для сохранения конкурентоспособности в быстро меняющемся мире. Таким образом, внедрение стандартов качества – это инвестиция, которая окупается за счет сокращения расходов, увеличения доходов, повышения операционной эффективности, управления рисками и стимулирования инноваций.

Децентрализованная система управления для повышения эффективности информационных технологий и стандартов качества в организациях

Для улучшения функциональности информационных технологий и стандартов качества в организациях предлагается использование интеллектуальной распределенной системы управления, а именно – программы ODANT (Object Data Access Network Technology – распределенная объектно-сервисная система управления базами данных).

Преимущества платформы ODANT раскрываются при проектировании сложных территориально распределенных систем больших организаций. К ключевым аспектам относится формулировка задач, а также предложение технических решений для единой системы безопасности, мгновенных обновлений конфигураций, адаптивной информационной модели, точной адресации данных, автоматической маршрутизации, общих справочников, возможности автономной работы локального сервера, автоматического сбора аналитической информации. При этом базовая логика основана на распределенном хранении данных.

В частности, в организациях связи есть две архитектуры: полностью децентрализованная, где каждое подразделение управляет своей системой, и облачная, где вся информация содержится в одном центре обработки данных. К преимуществам в децентрализации относится быстрое реагирование на внешние изменения, в облачной системе – резервное копирование и восстановление. Недостатки в децентрализации – возникающие сложности с контролем, управлением в организации, в облачной системе – вопрос безопасности данных. В отличие от них существует распределенная система управления (РСУ). Это система управления технологическим процессом, где взаимодействуют устройства. В системе данные обрабатываются децентрализованно, а общие задачи возможно выполнить в удаленном доступе.

В РСУ могут использоваться любые микропроцессорные устройства, такие как программируемые логические контроллеры (ПЛК) или модули ввода-вывода в качестве «множества устройств». Во многих сферах возможно применение РСУ, к ним относятся нефтепереработка и нефтедобыча, газодобыча и газопереработка, химия, металлургия, пищевая промышленность, энергоснабжение и т.д. Задачи РСУ включают открытость и масштабируемость, соединение пользователей с ресурсами, прозрачность систем. Устойчивость к отказам и безопасность, простота разработки и конфигурирования, поддержка распределенной архитектуры, единая конфигурационная база данных относятся к требованиям к РСУ. Преимущества РСУ перед сосредоточенными системами: большее быстродействие, надежность, упрощенная процедура модернизации. Функциональное отличие РСУ от систем ПЛК+СКАДА (SCADA; аббр. от англ. supervisory control and data acquisition – диспетчерское управление и сбор данных) заключается в применении базы данных, интеграции операторского интерфейса, распределенной между контроллерами, возможности резервирования любого компонента системы, глубокой диагностики, возможности ведения разработки конфигурации и внесения изменений онлайн. Обозначенные характеристики делают начальную цену РСУ более высокой, однако они уменьшают время разработки и внедрения [4; 5]. На рисунке представлена схема взаимодействия компонентов (информационных технологий и стандартов качества в организации Х) при применении РСУ.

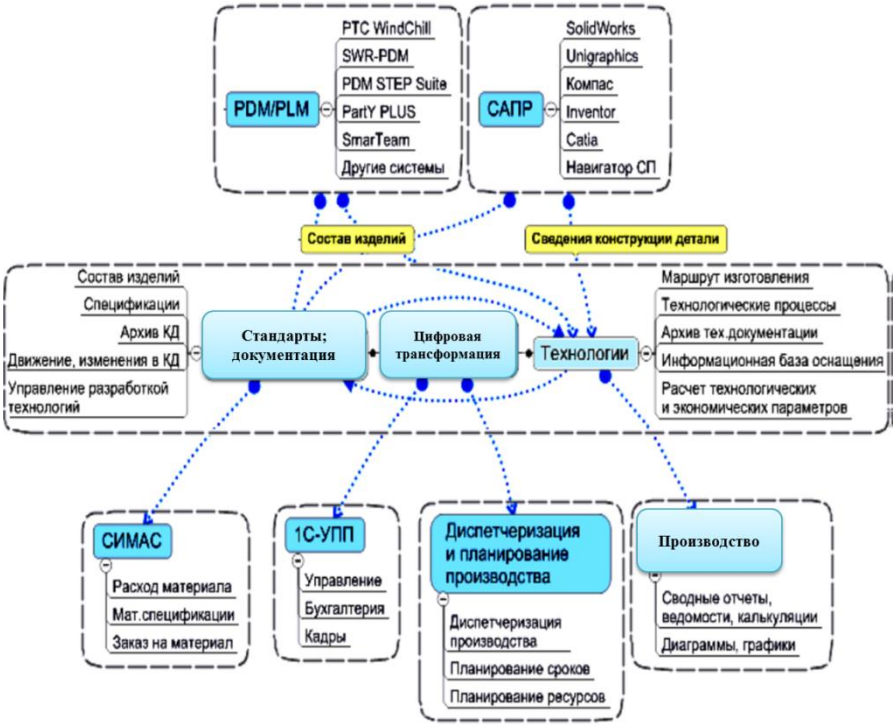


Схема взаимодействия компонентов при применении РСУ в организации Х

Так, стоит отметить, что для РСУ характерен системный подход, который включает в себя стандартизацию и унификацию как оборудования, так и программного обеспечения

наряду с многоуровневой структурой управления. При проектировании или модернизации таких систем необходимо учитывать такие требования, как функциональные, технические, экологические и надежности. Важным аспектом является соответствие программно-аппаратных средств международным стандартам и обеспечение открытости систем. Следует оценивать экономическую эффективность управления на протяжении всего жизненного цикла системы, принимая во внимание специфику технологического процесса.

Заключение

В заключение стоит отметить, что применение информационных технологий и стандартов качества в организациях остается современной тенденцией для повышения конкурентоспособности на рынке труда. Для повышения эффективности предлагается использование интеллектуальной РСУ, конкретнее – программы ODANT для оптимальной работы.

Список литературы

1. Лонцих П.А., Головина Е.Ю., Федотова А.В. [и др.]. Синергетический баланс сетецентрических систем в концепции устойчивого развития // СМИС-2024. Технологии управления качеством: Материалы Международной научно-технической конференции, Москва, 22–24 мая 2024 года. – М.: Московский Политех, 2024. – С. 519–525.
2. Лонцих П.А., Евлоева М.В., Головина Е.Ю., Федотова А.В., Лонцих Н.П. Интеграция концепции устойчивого развития в систему менеджмента качества промышленных предприятий // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 4. – С. 3–9.
3. Лонцих П.А., Евлоева М.В., Федотова А.В. [и др.]. Результативность деятельности промышленных предприятий при применении ESG-критериев и сетецентрической модели // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2025. – Т. 27, № 1(123). – С. 49–55.
4. Федотова А.В., Лонцих П.А., Евлоева М.В., Головина Е.Ю., Лонцих Н.П. Сетецентрическая модель управления на базе корпоративной информационной системы // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2024. – Т. 26, № 4(120). – С. 124–130.
5. Федотова А.В. Сетецентрическая система менеджмента: трансформация управления при применении информационных технологий // Качество и жизнь. – 2024. – № 3(43). – С. 33–37.

References

1. Lontsikh P.A., Golovina E.Yu., Fedotova A.V. [etc.]. Synergetic balance of network-centric systems in the concept of sustainable development // SMIS-2024. Quality management technologies: Proceedings of the International scientific and technical conference, Moscow, May 22-24, 2024. – Moscow: Moscow Polytechnic, 2024. – Pp. 519–525.
2. Lontsikh P.A., Evloeva M.V., Golovina E.Yu., Fedotova A.V., Lontsikh N.P. Integration of the concept of sustainable development into the quality management system of industrial enterprises // Bulletin of Tula State University. Technical sciences. – 2024. – No. 4. – Pp. 3–9.
3. Lontsikh P.A., Evloeva M.V., Fedotova A.V. [etc.]. Performance of industrial enterprises when applying ESG criteria and a network-centric model // Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. – 2025. – Vol. 27, No. 1(123). – Pp. 49–55.
4. Fedotova A.V., Lontsikh P.A., Evloeva M.V., Golovina E.Yu., Lontsikh N.P. Network-centric management model based on a corporate information system // Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. – 2024. – Vol. 26, No. 4 (120). – Pp. 124–130.
5. Fedotova A.V. Network-centric management system: management transformation in the application of information technologies // Quality and Life. – 2024. – No. 3 (43). – Pp. 33–37.

Для цитирования
Федулева Д.А. Оценка удовлетворенности пациентов как инструмент управления качеством в организации здравоохранения / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 289–295.

УДК 006.1

ОЦЕНКА УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПАЦИЕНТОВ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В ОРГАНИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Федулева Д.А., *ФГБОУ ВО «МГУ им Н.П. Огарёва», г. Саранск*

В исследовании рассматривается оценка удовлетворенности пациентов как инструмент управления качеством в организации здравоохранения. Обозначена роль пациента в системе здравоохранения и значимость удовлетворенности пациента. Проведен анализ требований ГОСТ Р 71549–2024 «Система менеджмента человекоцентричной медицинской организации. Общие требования», отражающий ключевые требования к системе мониторинга оценки удовлетворенности, инструменты сбора обратной связи. Представлен авторский алгоритм построения системы мониторинга удовлетворенности пациентов в медицинской организации, показано влияние оценки удовлетворенности на показатели учреждения.

Ключевые слова: удовлетворенность пациентов, управление качеством, медицинская организация, система менеджмента качества, ГОСТ Р 71549–2024, качество медицинской помощи, потребитель медицинских услуг, мониторинг качества.

ASSESSING PATIENT SATISFACTION AS A QUALITY MANAGEMENT TOOL IN HEALTHCARE ORGANIZATIONS

Feduleva D.A., *Ogarev Mordovia State University, Saransk*

The study considered the assessment of patient satisfaction as a quality management tool in healthcare organizations. The role of the patient in the healthcare system and the significance of patient satisfaction are outlined. The requirements of GOST R 71549–2024 "management system of a human-centered medical organization" are analyzed. General requirements", reflecting the key requirements for the satisfaction assessment monitoring system and feedback collection tools. The author's algorithm for building a patient satisfaction monitoring system in a medical organization is presented, and the impact of satisfaction assessment on the institution's performance is shown.

Keywords: patient satisfaction, quality management, medical organization, quality management system, GOST R 71549-2024, quality of medical care, consumer of medical services, quality monitoring.

Введение

Современная модель здравоохранения характеризуется смещением акцента с оказания медицинской помощи как набора технических вмешательств на комплексное предоставление медицинских услуг, в центре которой находится пациент. При этом удовлетворенность пациента становится ключевым показателем, отражающим не только медицинскую эффективность, но и такие параметры, как доступность, качество, комфорт и эмпатия. Для учреждений здравоохранения, функционирующих в условиях возрастающей конкуренции и ограниченности ресурсов, управление на основе человекоцентричности превращается из дополнительной опции в стратегическую необходимость.

В Российской Федерации данный процесс регламентируется на законодательном уровне. Федеральный закон № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» закрепляет право пациента на качественную и доступную медицинскую помощь.

Важным шагом в систематизации подходов к оценке этого качества стало введение в 2024 году национального стандарта ГОСТ Р 71549–2024 «Система менеджмента человекоцентричной медицинской организации. Общие требования». Данный стандарт устанавливает единые принципы и процедуры для создания в медицинских организациях эффективной системы обратной связи с потребителями. При этом пациент в системе здравоохранения выступает в нескольких ролях (рис. 1).

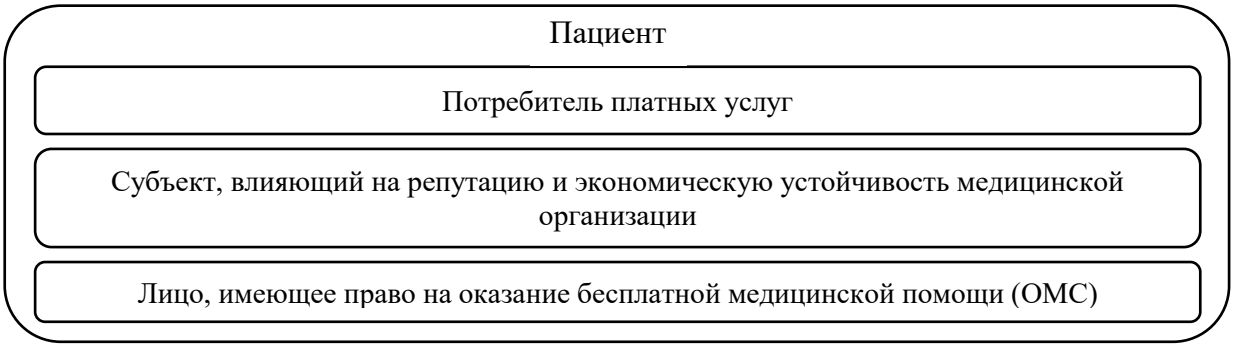


Рис. 1. Роль пациента в системе здравоохранения

Эволюция роли пациента от простого получателя медицинской помощи до активного участника процесса лечения и потребителя медицинских услуг коренным образом меняет подходы к управлению в здравоохранении. Как видно из рис. 1, пациент является не только потребителем услуг, но и ключевым субъектом, определяющим экономическую устойчивость и репутацию медицинской организации.

Такой широкий спектр роли пациента обуславливает необходимость смещения фокуса управления с внутренних технологических процессов на внешний показатель – удовлетворенность. Именно удовлетворенность пациента становится одним из главных показателей, составляющих оценку всех аспектов взаимодействия с медицинской организацией.

Цель исследования

Цель настоящего исследования заключается в анализе требований ГОСТ Р 71549–2024 «Система менеджмента человекоцентричной медицинской организации. Общие требования», разработке алгоритма оценки удовлетворенности пациентов в медицинской организации.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является оценка удовлетворенности пациентов как инструмент управления качеством в организации здравоохранения. Настоящая работа носит аналитический характер и направлена на анализ требований ГОСТ Р 71549–2024 и разработку научно обоснованного алгоритма построения системы мониторинга удовлетворенности пациентов.

Основными источниками информации послужили нормативные правовые акты Российской Федерации, регулирующие сферу здравоохранения и обеспечения качества медицинской помощи, национальные и международные стандарты в области менеджмента качества, российские и зарубежные исследования. Эмпирическую составляющую исследования составили данные, представленные в виде классификаций, систематизирующих инструменты и процессы оценки удовлетворенности пациентов.

В основе методологии исследования лежит системный подход, который позволил рассмотреть оценку удовлетворенности пациентов не как изолированную процедуру, а как интегральный элемент системы менеджмента качества медицинской организации. В рамках данного подхода были использованы сравнительный анализ для сопоставления требований ГОСТ Р 71549–2024 с ранее действовавшими подходами к управлению качеством, графическое моделирование для визуализации авторских разработок, метод экспертной

оценки при отборе и интерпретации положений нормативных документов и научных источников исходя из профессионального опыта авторов в сфере здравоохранения.

Результаты исследования и их обсуждение

Для эффективного управления качеством оказания медицинских услуг на основе обратной связи от пациентов необходим комплексный подход, использующий как количественные, так и качественные методы оценки. Результативность функционирования системы медицинского учреждения и качество предоставления медицинских услуг можно оценить с помощью различных инструментов. Одним из таких инструментов является удовлетворенность пациента, интегрирующего в себе количественные инструменты оценки (рис. 2).

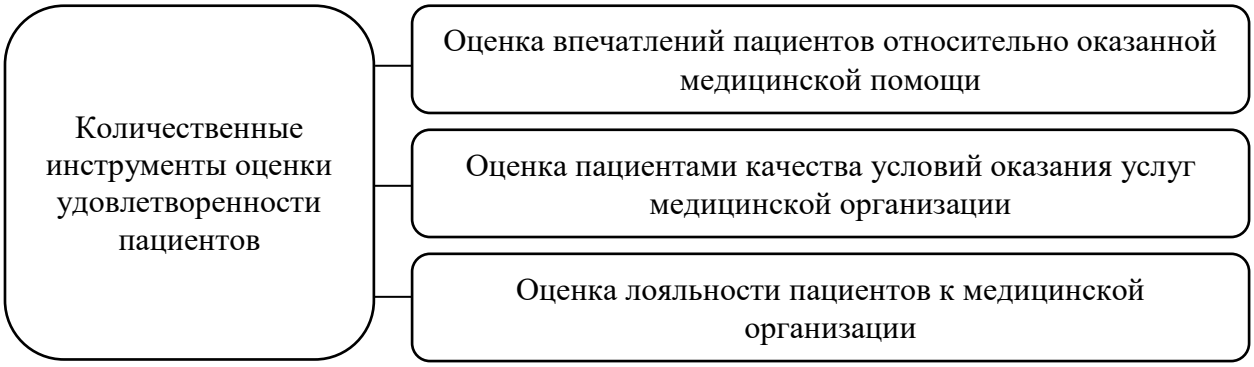


Рис. 2. Количественные инструменты оценки удовлетворенности пациентов

В управленческом цикле PDCA оценка удовлетворенности относится к этапу «Check» (проверка). Оценка удовлетворенности пациентов как инструмент управления качеством предоставляет руководству медицинской организации объективные данные для:

– принятия обоснованных управленческих решений по оптимизации процессов (например, изменение графика работы, реорганизация регистратуры);

– стимулирования персонала, связывая показатели удовлетворенности с системой KPI;

– повышения лояльности пациентов, что ведет к снижению оттока и росту количества рекомендаций, что напрямую влияет на финансовые результаты в условиях платных услуг и системы ОМС;

– снижения рисков, связанных с жалобами и судебными исками.

Таким образом, инвестиции в создание системы мониторинга удовлетворенности являются не затратами, а вложениями в развитие человеческого капитала и повышение операционной эффективности организации.

Помимо оценки удовлетворенности пациентов в ГОСТ Р 71549–2024 «Система менеджмента человекоцентричной медицинской организации. Общие требования» делается акцент на применении количественных инструментов для получения обратной связи от работников не реже одного раза в год. Это говорит о взаимосвязи медицинского персонала и пациента. Удовлетворенность медицинских работников непосредственно влияет и на удовлетворенность пациентов.

Использование качественных инструментов повышает возможность медицинской организации к более глубокому пониманию удовлетворенности пациентов и работников. Организация должна собирать такую обратную связь за счет использования ряда инструментов (рис. 3).

Представленный на рис. 3 набор инструментов сбора обратной связи позволяет медицинской организации формировать всестороннее представление о качестве предоставляемых услуг. Для эффективности инструмента сбора обратной связи необходимо обеспечить его инклюзивность и доступность. Это предполагает расширение круга респондентов за счет привлечения к оценке родственников, близких пациентов, а также их

законных представителей, особенно в случаях, когда сам пациент в силу состояния здоровья или возраста не может объективно оценить качество помощи.

Рис. 3. Инструменты сбора обратной связи

Крайне важно, чтобы применяемые механизмы сбора информации были адаптированы к особенностям различных групп потребителей. Это касается как простоты и понятности формулировок, учитывающих возможные различия в уровне образования, так и технической доступности каналов обратной связи (использование бумажных носителей, СМС-опросов, онлайн-форм, терминалов и т.д.). Кроме того, в эпоху цифровизации медицинская организация обязана предусмотреть возможность оперативного информирования о возникающих проблемах или выражения благодарности в режиме реального времени, что позволяет оперативно реагировать на запросы потребителей и демонстрирует открытость учреждения для диалога. Требования ГОСТ Р 71549–2024 унифицируют разрозненные практики сбора обратной связи, существующие в медицинских организациях.

В рамках исследования нами были выделены ключевые принципы к оценке удовлетворенности пациентов, имеющие непосредственное значение для управления качеством медицинской помощи (таблица).

Таблица

Ключевые принципы к оценке удовлетворенности пациентов

Принцип	Требование и его содержание
Процессный подход	Интеграция мониторинга удовлетворенности в общую систему менеджмента качества организации. Сбор данных по обратной связи должен быть регулярным, регламентированным процессом, связанным с другими процессами (например, с процессом оказания услуги, работой с персоналом)
Объективность и достоверность	Акцент внимания на необходимости обеспечения репрезентативности данных
Валидность	Использование валидных (проверенных на надежность) инструментов сбора данных
Выборка респондентов	Применение корректных методов выборки, чтобы мнение респондентов отражало мнение всей совокупности пациентов
Защита от смещений	Защиту от смещений (например, сбор данных только от самых лояльных или, наоборот, недовольных пациентов).

Принцип	Требование и его содержание
Многоканальность	Использование различных каналов для сбора обратной связи: бумажные и электронные анкеты, онлайн-формы на сайте, телефонные опросы, точки сбора отзывов. Это повышает доступность обратной связи для разных групп пациентов, в том числе и маломобильных.
Инклюзивность	Привлечение к оценке не только самих пациентов, но и их законных представителей, родственников, что особенно важно при оказании помощи пациентам с ограниченной дееспособностью.
Оперативность и доступность	Обеспечение возможности предоставления обратной связи в реальном времени через простые и понятные каналы, адаптированные под возможности всех категорий населения.

Таким образом, ГОСТ Р 71549–2024 задает методологическую основу для оценки удовлетворенности пациентов, формируя процессно-ориентированный элемент управления медицинским учреждением. Однако сбор данных является лишь началом пути. Ценность оценки раскрывается на следующем этапе – этапе использования полученной информации для реальных изменений.

Цикл непрерывного улучшения, на который прямо указывает стандарт, является логическим завершением оценки удовлетворенности. Он предполагает не только сбор и анализ данных, но и обязательное принятие на их основе корректирующих и предупреждающих действий. Результаты опросов должны анализироваться, доводиться до сведения ответственных лиц, а план мероприятий по улучшению – разрабатываться, внедряться и проверяться на эффективность. Именно это замыкает «петлю качества» PDCA, превращая разрозненные отзывы в мощный инструмент стратегического развития и управления.

При оценке удовлетворенности пациентов необходимо фокусироваться на значимых аспектах. Анкеты должны оценивать критические для пациента точки контакта с медицинской организацией: запись на прием, навигация в учреждении, взаимодействие с администратором, врачом, средним медицинским персоналом, условия пребывания, доступность и понятность информации о лечении.

Соответствие требованиям данного стандарта не только является признаком добросовестной практики, но и создает основу для эффективного управления, переводя оценку удовлетворенности из разряда формальной отчетности в инструмент стратегического развития.

В рамках исследования был разработан авторский алгоритм оценки удовлетворенности пациентов в медицинской организации, охватывающий следующие аспекты:

1. Планирование и проектирование
2. Сбор и систематизация данных
3. Анализ данных
4. Принятие решений и реализация улучшений
5. Оценка эффективности и обратная связь с пациентами.

Данный алгоритм представляет собой не просто последовательность действий, а целостный управленческий цикл, интегрированный в общую систему менеджмента качества медицинской организации. Его ключевое преимущество заключается в переходе от фрагментарных измерений к системному, процессно-ориентированному подходу.

На первом этапе мы определяем цель: зачем мы собираем данные? (повышение лояльности, улучшение конкретных процессов, оценка эффективности нововведений). Выбираем респондентов и определяем выборку: каких именно пациентов опрашивать? (амбулаторные, стационарные, по профилям заболеваний). Рассчитываем необходимый объем выборки для обеспечения репрезентативности и выбираем каналы и методы сбора данных.

На втором этапе, при сборе и систематизации данных учитывается организация регулярного сбора данных в соответствии с утвержденным планом, обеспечение конфиденциальности и анонимности при необходимости в соответствии с Федеральным

законом № 152-ФЗ «О персональных данных», создание базы данных для хранения и первичной обработки информации.

Следующий этап – анализ данных осуществляется за счет совокупности инструментов количественного и качественного анализа (индекс удовлетворенности – NPS, анализ по подразделениям, врачам, временным периодам, анализ текстовых отзывов, выявление часто встречающихся проблем и предложений).

На четвертом этапе при принятии решений и реализации улучшений учитывается обязательное доведение результатов до всех заинтересованных сотрудников и структурных подразделений. Проведение рабочих групп и совещаний. Разработка Плана корректирующих и предупреждающих действий. Внесение изменений в процессы: реорганизация работы, изменение стандартов, обучение персонала на основе выявленных проблем.

Завершающим этапом является оценка эффективности и обратная связь с пациентами. Мониторинг эффективности: повторный замер показателей удовлетворенности после внедрения изменений для оценки их результативности. Информирование пациентов о принятых мерах через сайт, информационные стенды.

Каждый этап алгоритма – от планирования с определением репрезентативной выборки и валидного инструментария до оценки эффективности внедренных улучшений и замыкания обратной связи с пациентами – направлен на преобразование собранных данных в конкретные управленческие решения. Это позволяет организации не только фиксировать текущее состояние, но и формировать желаемое будущее.

Заключение

Таким образом, системное внедрение и строгое следование представленному алгоритму на практике позволяет принципиально изменить роль и место обратной связи от пациентов в управлении медицинской организацией.

Оценка удовлетворенности пациентов, выстроенная в соответствии с требованиями ГОСТ Р 71549–2024 и интегрированная в систему менеджмента качества медицинской организации, перестает быть формальной процедурой и становится мощным инструментом управления. Она позволяет перейти от реактивного «латания дыр» в ответ на жалобы к стратегическому управлению, основанному на данных.

Экономический эффект от такой системы проявляется в повышении лояльности пациентов, росте их приверженности лечению, оптимизации внутренних процессов, снижении операционных издержек и в конечном счете в укреплении репутации и конкурентоспособности медицинской организации на рынке. Таким образом, инвестиции в создание системы мониторинга удовлетворенности являются не только выполнением требований стандарта, но и вкладом в устойчивое развитие и повышение качества медицинской помощи в целом.

Список литературы

1. Брызгалина Е.В. Биоэтика как фактор качества оказания медицинской помощи. История и современность: Менеджмент качества в медицине. – М.: РИНЦ, 2024. – № 2. – С. 109–115.
2. ГОСТ Р 71549–2024. Система менеджмента человекоцентричной медицинской организации. Общие требования: национальный стандарт Российской Федерации: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 августа 2024 г. № 1017-ст: введен впервые: дата введения 2025–03–01. – М.: Стандартинформ, 2024.
3. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Системы менеджмента качества. Требования: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2015 г. № 1391-ст: введен впервые: дата введения 2015–11–01. – М.: Стандартинформ, 2015.
4. Системы менеджмента. Пациентоцентричность и забота о персонале по ГОСТу и ИСО. – Текст: электронный // Prokачество: [сайт]. – 2025. – URL: https://kachestvo.pro/tags/zdravookhranenie/ (дата обращения 24.07.2025).
5. Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».

References

1. Bryzgalina E.V. Bioethics as a factor in the quality of medical care. History and Modernity: Quality Management in Medicine. M.: RSCI, 2024. – No. 2. – Pp. 109–115.
2. GOST R 71549–2024. Management system for a human-centered medical organization. General requirements: National Standard of the Russian Federation: approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated August 1, 2024 No. 1017-st: introduced for the first time: implementation date 2025-03-01 / Moscow: Standartinform, 2024.
3. GOST R ISO 9001-2015. Quality Management Systems. Requirements: National Standard of the Russian Federation: Official Edition: Approved and Put into Effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated September 28, 2015 No. 1391-st: Introduced for the First Time: Implementation Date 2015-11-01 / Moscow: Standartinform, 2015.
4. Management Systems. Patient Centricity and Staff Care According to GOST and ISO – Text: Electronic // Proquality: [website]. – 2025
5. Federal Law of 21.11.2011 No. 323-FZ "On the Fundamentals of Protecting the Health of Citizens in the Russian Federation".

Для цитирования
Хабибуллин И.И. Улучшение процесса возврата зарекламированных в эксплуатации изделий на автосборочное предприятие / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 296–302.

УДК 005.6

УЛУЧШЕНИЕ ПРОЦЕССА ВОЗВРАТА ЗАРЕКЛАМИРОВАННЫХ В ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗДЕЛИЙ НА АВТОСБОРОЧНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

Хабибуллин И.И., *аспирант, Самарский государственный технический университет, г. Самара*

В работе представлены этапы, влияющие на изменение сроков, необходимых для решения проблемы с дефектами, включающие в себя более крупные группы, в том числе деятельность по номинированию дефектов, деятельность по определению первопричин проявления дефектов, разработка решений по устранению проблем и деятельность по внедрению технических решений в сервисную сеть.

Ключевые слова: рекламационная деятельность, первопричины проявления дефектов, организационно-технические мероприятий ОТМ, сервисная сеть

IMPROVING THE PROCESS OF RETURNING PRODUCTS ADVERTISED IN OPERATION TO A CAR ASSEMBLY PLANT

Khabibullin I.I.*, postgraduate student, Samara State Technical University, Samara*

The work presents the stages that affect the change in the time required to solve the problem of defects, which include larger groups, including activities to nominate defects, activities to identify the root causes of defects, the development of solutions to eliminate problems and activities to implement technical solutions in the service network.

Keywords: complaint activity, root causes of defects, organizational and technical measures of OTM, service network.

В настоящее время область рекламационной деятельности является ключевой составляющей для автопроизводителей, влияя на удовлетворенность клиентов, репутацию предприятия, качество продукции [4].

Комплексная система управления процессами является переплетенной связями информационными, техническими, экономическими и организационными методами, среди которых рассмотрим работу над дефектами [2].

Исходя из подробного анализа деятельности в процессе приемки рекламационных актов и соответствующей продукции была выделена проблема отсутствия системных решений в области формализации временных рамок рассмотрения дефектов. Для решения данной проблемы, рассмотрим все необходимые этапы деятельности, влияющие на сроки решения выделенной проблемы. В общем виде выделяем основные этапы:

– устранение дефекта на автомобиле в процессе ремонта на предприятии сервисно-сбытовой сети и связанные с этим операции ремонта автомобилей и поставки необходимых запасных частей;

– подготовка и рассмотрение рекламационных актов, когда в соответствующей деятельности принимают участие специалисты сервисной сети, которые готовят документы и специалисты автосборочного предприятия, которые контролируют правильность ведения дел и оформления рекламационных актов;

– номинирование дефектов – деятельность, которая на системном уровне на предприятиях не реализуется, она заключается в приоритизации (ранжировании) дефектов с учетом наиболее важных для автопроизводителя критериев, например: критичности влияния на безопасность, частоты проявления и (или) затрат на их устранение при эксплуатации, а также при обеспечении системности работы, когда только отработанные на всех необходимых этапах дефекты поступают на дальнейшую отработку, исключая ее избирательность;

– определение первопричин дефектов и соответствующая деятельность, направленная на идентификацию коренных причин возникновения дефектов;

– разработка решений и соответствующих организационно-технических мероприятий, направленных на устранение выявленных в эксплуатации дефектов автомобилей;

– внедрение решений в производстве автомобильной техники и соответствующая деятельность, направленная на реализацию плана мероприятий в производстве, с соответствующей отработкой вопросов закупки требуемых компонентов и специального оборудования;

– обеспечение решений в сервисной сети с организацией снабжения фирменной дилерской сети необходимыми автомобильными компонентами (оформление информационных писем и предписаний для организации работы дилеров с подходами по решению проблем качества, а также по выявлению автомобилей с дефектами и закупки необходимых автокомпонентов и материалов), а также устранение дефектов в условиях предприятий фирменной сервисной сети (проведение обучения работников сервисной сети, устранение дефектов на автомобилях).

Часть вышеизложенных этапов, которые обладают наиболее слабым реальным потенциалом (имеют наибольшее количество проблем), можно подчинить укрупненным группам по связанному функциональному признаку, так как это показано на рис. 1. Деятельность по номинированию дефектов определяем как первый укрупненный элемент, деятельность по определению первопричин проявления дефектов в эксплуатации определяем как второй элемент; разработка решений по устранению проблем и внедрение организационно-технических мероприятий ОТМ в производство – третий элемент, а деятельность по внедрению технических решений в сервисную сеть рассматриваем как четвертый элемент.

Рис. 1. Графическая модель процесса решения проблем качества на основе данных о рекламационных актах и зарекламированных изделиях в процессе эксплуатации автомобилей

В результате проведенного преобразования получаем модифицированную графическую модель, которая в полной мере определяет рассматриваемый процесс и позволяет выделить наиболее значимые, критические виды деятельности, нуждающиеся в улучшении, представленные на рис. 1. Воздействуя на процесс в части достижения улучшений, можно предложить конкретный инструментарий, позволяющий решать выделенные ранее проблемы:

1. Разработка и внедрение процедуры номинирования дефектов.
2. Сокращение сроков поиска первопричин эксплуатационных дефектов.
3. Сокращение сроков согласования бюджетов и договоров, направленных на улучшение качества продукции.
4. Сокращение сроков по внедрению организационно-технических решений в фирменную сервисную сеть.

Первый укрупненный элемент процесса, нуждающийся в улучшении, – это обеспечение системности деятельности, направленной на формирование и реализацию процедуры номинирования эксплуатационных дефектов, рекламационных актов и соответствующих возвращенных зарекламированных в эксплуатации изделий [3].

В качестве рекомендаций, имеющих научно-техническую основу для реализации и базирующихся на передовой практике организации процесса у лидеров отрасли, можно выделить следующее:

– одной из ключевых причин недостаточной эффективности процесса работы с дефектами при эксплуатации является то, что действующая система настроена на поиск первопричин по всем поступающим дефектам, что в теории, может быть, и оправданно, однако на практике приводит к распылению усилий на многие проблемы и к соответствующему получению не достаточно высокого интегрального результата. Именно этот аспект определяет необходимость организации системной работы по проведению номинирования дефектов с выделением ключевых признаков номинации и своевременным привлечением всех заинтересованных сторон к решению проблем качества [1];

– исходя из вышеизложенного следует, что в первую очередь необходимо выделить наиболее значимые признаки классификации дефектов для проведения обоснованного номинирования; в качестве таковых предлагаются на первом этапе фильтра дефекты с критерием частоты проявления, на втором этапе фильтра – стоимость устранения, на третьем – дефекты, влияющие на безопасность. Причем приоритетно рассматриваем прежде всего дефекты, влияющие на безопасность [5];

– как результат реализации трехуровнего фильтра анализа рекламационных актов и зарекламированных изделий из эксплуатации, представленного на рис. 2, предлагается к рассмотрению массив проблем качества автомобилей в эксплуатации, составляющий долю 10 – 20% наиболее критичных дефектов из общего массива данных рекламационных актов за отчетные периоды.

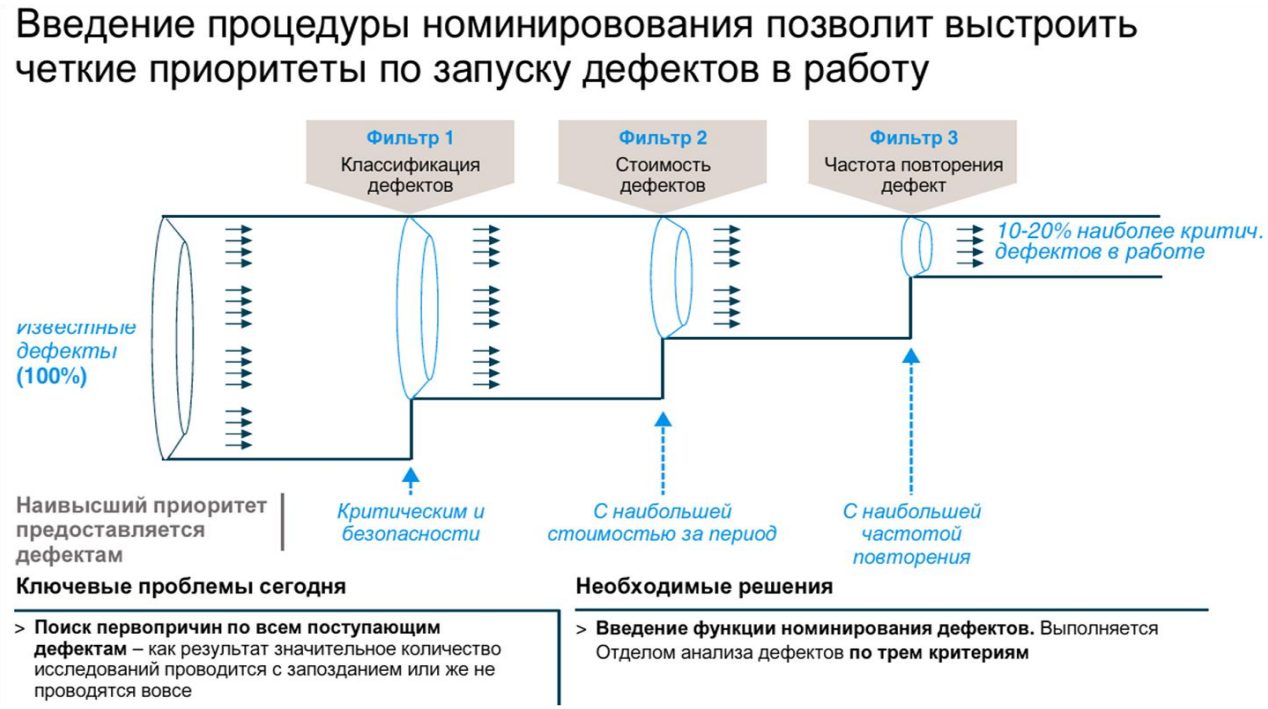


Рис. 2. Графическая интерпретация введения процедуры трехуровнего фильтра выделения наиболее значимых проблем качества автомобилей в эксплуатации по рекламационным актам и зарекламированным изделиям, возвращаемым на автосборочное предприятие

В результате детализации конкретных количественных параметров с использованием данных корпоративных информационных систем и электронных баз данных проведен подробный статистический анализ рекламационных актов за период 3 календарных, который позволил вскрыть группы дефектов по предложенным количественным критериям, на основе которых можно обоснованно устанавливать граничные значения критериев значимости дефектов из эксплуатации для эффективного выстраивания трехуровневого фильтра, предложенного ранее (см. рис. 1).

Концепция выстраивания трехуровневого фильтра, направленного на выделение наиболее значимых дефектов эксплуатации автомобилей по результатам анализа рекламационных актов и зарекламированных изделий. Из известных позиций номенклатуры дефектов, насчитывающей 594 единицы, по признаку частоты проявления в эксплуатации зафиксировано 10 дефектов, имеющих количественное значение частоты более 10 в месяц, также зафиксировано 13 позиций дефектов, имеющих ежемесячную частоту проявления на уровне от 5 до 10, ежемесячно фиксируются 4 позиции номенклатуры дефектов с частотой 3–4, также зафиксировано 9 позиций номенклатуры с частотой проявления, равной 1 дефект в месяц. Устанавливаем фильтр по первому приоритету – частота проявления в количестве 23 номенклатурных позиций дефектов, – показанному на рис. 3. По второму приоритету устанавливаем 13 позиций номенклатуры дефектов.

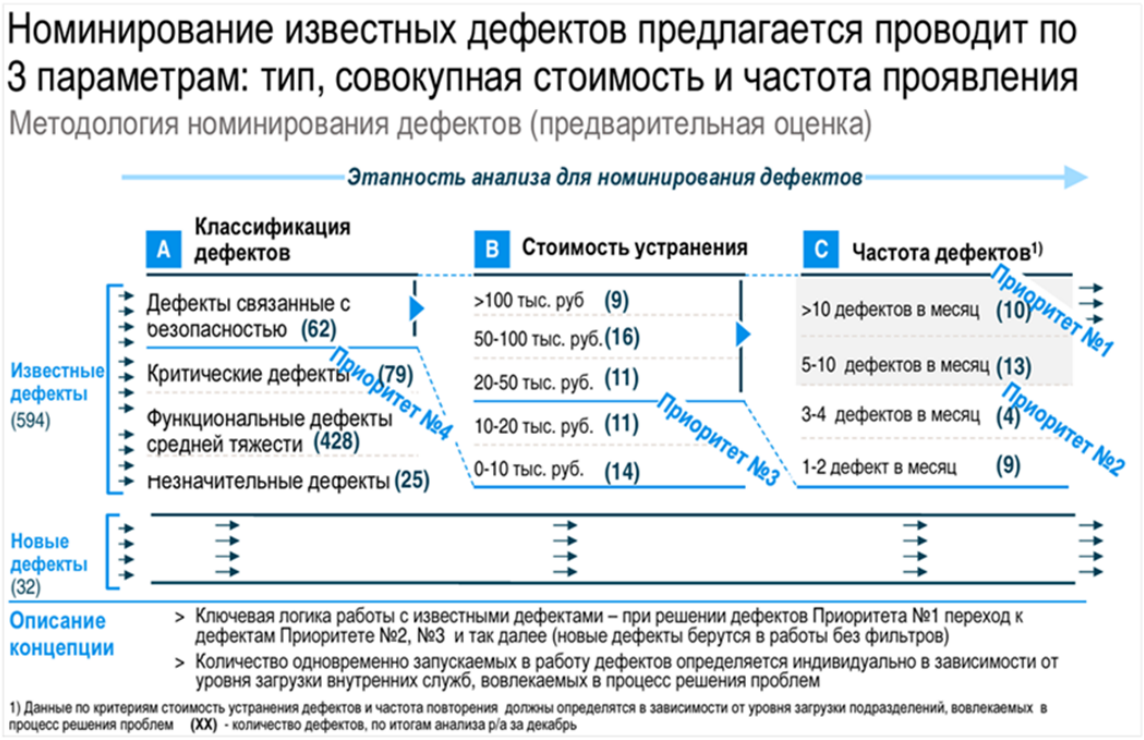


Рис. 3. Графическая интерпретация базовых положений процедуры номинирования дефектов

По второму критериальному признаку (стоимость устранения дефекта в эксплуатации) выделены 9 позиций номенклатуры дефектов, имеющих стоимость устранения более 100 тыс. руб., 16 позиций номенклатуры со стоимостью устранения от 50 до 100 тыс. руб., 11 позиций номенклатуры дефектов со стоимостью устранения от 10 до 20 тыс. руб. В качестве дополнительного результата анализа также выделено 11 позиций номенклатуры, имеющей стоимость устранения от 10 до 20 тыс. руб., и, наконец, 14 позиций номенклатуры имеют стоимость устранения в эксплуатации от 0 до 10 тыс. руб. Соответствующие позиции определяются вторым приоритетом и составляют 36 позиций основного списка.

Четвертый приоритет, как было показано выше, обладает наибольшей значимостью, поскольку речь идет о номенклатурных позициях дефектов, проявление которых в эксплуатации влияет на безопасность. Анализ кодификатора дефектов позволил выявить 62 позиции номенклатуры дефектов, влияющих на безопасность эксплуатации автомобилей, 72 позиции критических дефектов, 428 позиций функциональных дефектов и 25 позиций номенклатуры дефектов, незначительно влияющих на эксплуатационную эффективность автомобилей.

Предполагается что граничные значения для введения в ТОПовую группу проблем данных по критериям (стоимость устранения дефектов и частота проявления) должны определяться индивидуально, в зависимости от уровня загрузки подразделений, вовлекаемых в процесс решения проблем.

Анализ проблемы, длительности сроков определения первопричин дефектов в эксплуатации автомобилей позволяет сформировать рекомендации по объективному сокращению соответствующего времени рассмотрения эксплуатационных проблем качества.

Для улучшений в рассматриваемой деятельности предлагается:

1. На организационном уровне сформировать специализированную структуру отдела или центра приемки, анализа и принятия решений по улучшению качества продукции по результатам рассмотрения рекламационных актов и зарекламированных изделий. Предполагается создание, например, отдела анализа дефектов.

2. В процессе возврата дефектных изделий (ДИ) предлагается провести изменения в логистике, для чего предполагается изменение в технологической процедуре управления (ТПУ), связанное с формированием новых требований к упаковке зарекламированных изделий из расчета 1 рекламационный акт – 1 упаковка (упаковка должна быть индивидуальной и обеспечивать невозможность вскрытия без повреждения); необходимо исключить дублирование функций двойной приемки зарекламированной продукции сначала на входной площадке автопроизводителя, а затем на территории специализированного склада зарекламированных изделий, потому что в результате двойной приемки возникают проблемы с некомплектом и механическими повреждениями деталей; также необходимо упростить сопроводительную документацию с формированием единой накладной для сопровождения зарекламированной продукции, и также требуется формализовать конкретные сроки приемки зарекламированной продукции на специализированном складе, установив для этой задачи, например 2 рабочих дня.

3. По направлению проведения исследований и тестирования зарекламированных и возвращенных из эксплуатации изделий необходимо обеспечить сокращение сроков исследовательских операций, для чего предлагается регламентировать сроки первичного исследования не более 5 рабочих дней с соответствующим изменением в технологической процедуре управления, обеспечить решение вопроса о возможности проведения разборки неразборных покупных комплектующих изделий, возвращенных из эксплуатации как зарекламированных, для чего требуются изменения в договорах на поставку комплектующих изделий и выделение дополнительного бюджета на реализацию исследовательской деятельности связанной с необходимостью разбора сложных комплектующих; также требуется проведение оптимизационных процедур, связанных с исключением ненужных передаточных звеньев, не вносящих ценность в процесс передачи дефектных изделий, например исключить передачу ДИ для исследований в организации через посредников, при этом требуется формализация и установка целевых индикаторов, определяющих нормативы времени для соответствующих операций, например 3 рабочих дня для передачи зарекламированных изделий из специализированного склада в подразделения и 5 рабочих дней для проведения исследований и тестирования.

Список литературы

1. Вакуленко Э.Ш., Денисова Я.В. Усовершенствование процесса рекламационной деятельности на машиностроительном предприятии // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. 2023. № 2.
2. Немцев А.Д., Козловский В.Н. Моделирование – инструмент управления качеством продукции // Автомобильная промышленность – 2003. – № 10. – С. 1.
3. Обзор стандартов управления качеством и первичные проблемы процесса проектирования электромобилей / И.А. Беляева, В.Н. Козловский, А.С. Саксонов, И.И. Хабибулин // СТИН. – 2025. – № 7. – С. 14–17. – EDN NCXBAA.
4. Хабибуллин, И. И. Совершенствование инструментов организации рекламационной деятельности в автосборочном производстве / И.И. Хабибуллин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 10. – С. 149–151. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-10-149-150. – EDN JOANEB.
5. Костогрызов А.И., Степанов П.В. Инновационное управление качеством и рисками в жизненном цикле систем формационных систем. – М.: Изд-во ВПК, 2008. – 404 с.
6. Школина Т. В., Изотикова Е. Ю. Оценка и улучшение качества процессов рекламационной деятельности // Транспортное машиностроение. 2017. № 1 (54).

References

1. Vakulenko E.Sh., Denisova Ya.V. Improvement of the process of complaint activity at a machine-building enterprise // Bulletin of the Moscow State Technical University named after G.I. Nosov. 2023. No. 2.
2. Nemtsev A.D., Kozlovsky V.N. Modeling – a tool for product quality management // Automotive industry – 2003. – No. 10. – P. 1.
3. Review of quality management standards and primary problems of the electric vehicle design process / I.A. Belyaeva, V.N. Kozlovsky, A.S. Saksonov, I.I. Khabibulin // STIN. – 2025. – No. 7. – Pp. 14–17. – EDN NCXBAA.

4. Khabibullin, I.I. Improving the tools for organizing advertising activities in automotive production / I.I. Khabibullin // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. – 2024. – No. 10. – Pp. 149–151. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-10-149-150. – EDN JOANEB.
5. Kostogryzov A.I., Stepanov P.V. Innovative quality and risk management in the life cycle of systems of educational systems. Moscow: Publishing House of the Military Industrial Complex, 2008. 404 p.
6. Shkolina T.V., Izotikova E.Yu. Assessment and improvement of the quality of the processes of complaint activity // Transport engineering. 2017. №1 (54).

Для цитирования
Азаров В.Н., Кузина Е.Л., Кузина М.А. Цифровая трансформация устойчивого развития / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 303–308.

УДК 004.05:658.5

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Азаров В.Н., *д-р техн. наук, профессор, ФГАОУ ВО «РУТ (МИИТ)», Россия, г. Москва*
Кузина Е.Л., *д-р экон. наук, доцент, профессор, ФГАОУ ВО «РУТ (МИИТ)», Россия, г. Москва*
Кузина М.А., *ассистент, ФГАОУ ВО «РУТ (МИИТ)», Россия, г. Москва*

В современном мире цифровизация становится ключевым фактором конкурентоспособности, в то время как устойчивое развитие – условием стабильности организаций. В докладе рассматриваются теоретические основы, угрозы и риски, методы и инструменты повышения качества в условиях цифровой трансформации. Устойчивое развитие охватывает экономические, социальные и экологические аспекты. Вместе с тем цифровизация приносит такие риски, как киберугрозы. Организациям необходимо внедрять системы управления рисками и использовать информационные технологии для повышения эффективности и оптимизации процессов.

Ключевые слова: информационные технологии, устойчивое развитие, высокотехнологичные предприятия, модели зрелости.

DIGITAL TRANSFORMATION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Azarov V.N., *Doctor of Engineering Sciences, Professor, Federal state autonomous educational institution of higher education "RUT (MIIT)", Moscow*
Kuzina E.L., *Doctor of Economics, Sciences, Associate Professor, Professor, Federal state autonomous educational institution of higher education "RUT (MIIT)", Moscow*
Kuzina M.A., *assistant, Federal state autonomous educational institution of higher education "RUT (MIIT)", Moscow*

In the modern world digitalization is becoming a key factor in competitiveness, while sustainable development is a prerequisite for organizational stability. This report examines the theoretical foundations, threats and risks, and methods and tools for improving quality in the context of digital transformation. Sustainable development encompasses economic, social, and environmental aspects. However, digitalization brings risks such as cyber threats. Organizations need to implement risk management systems and utilize information technology to improve efficiency and optimize processes.

Keywords: information technology, sustainable development, high-tech enterprises, maturity models.

Введение. Актуальность проблемы

Интеграция цифровых технологий в устойчивое развитие сопровождается внедрением методов управления качеством. Среди них – концепция всеобщего управления качеством (TQM), Lean, Six Sigma, а также технологии цифрового моделирования. Эти инструменты обеспечивают непрерывное совершенствование процессов и повышение их надежности.

Основная проблематика статьи. Ключевые направления цифровой трансформации устойчивого развития высокотехнологичных предприятий

Одним из ключевых направлений цифровой трансформации является использование технологии блокчейн. Она формирует основу для построения доверительных и прозрачных систем взаимодействия. Внедрение блокчейна позволяет повысить надежность процессов,

обеспечить фиксацию действий в неизменяемом реестре и снизить риски манипуляций с данными. Таким образом, блокчейн становится фундаментом для создания цифровой экосистемы устойчивого предприятия. Цифровая экосистема, построенная на блокчейне, объединяет участников на единой технологической платформе. Она обеспечивает интеграцию процессов, прозрачность цепочек поставок и контроль исполнения обязательств. Применение блокчейн-экосистемы позволяет снизить транзакционные издержки, повысить доверие между партнерами и создать условия для долгосрочного устойчивого развития [1]. Цифровые договоры (электронные контракты) представляют собой современный подход к заключению соглашений, который сочетает в себе удобство, безопасность и эффективность. Они становятся все более популярными в бизнесе и других сферах, где важны автоматизация и прозрачность процессов. Ключевые преимущества цифровых договоров:

– автоматизация процессов заключения и исполнения обязательств;

– прозрачность и доступность условий;

– высокий уровень безопасности;

– снижение затрат на юридическое сопровождение и посредников.

Таким образом, цифровой договор становится инструментом повышения эффективности и доверия между сторонами.

Цифровой договор упрощает взаимодействие участников и гарантирует выполнение обязательств благодаря автоматизации и прозрачности. В большинстве юрисдикций он обладает юридической силой, сопоставимой с традиционными бумажными контрактами. Дополнительно он открывает новые возможности: от создания децентрализованных приложений (dApps) до автоматизации бизнес-процессов. Участники цифрового договора получают равные условия и гарантии, что повышает устойчивость и снижает риски мошенничества или недопонимания.

Управление качеством представляет собой процесс, который включает в себя планирование, контроль и улучшение качества цифровых продуктов и услуг на всех этапах их жизненного цикла. Методы улучшения и повышения качества процессов отражают основные методологии, применяемые для совершенствования процессов в условиях цифровой трансформации. Это Всеобщее управление качеством (TQM), Lean и Six Sigma. Их внедрение обеспечивает сокращение издержек, устранение дефектов и оптимизацию бизнес-процессов. В цифровой среде эти подходы усиливаются благодаря использованию технологий моделирования и анализа данных. Взаимосвязь бизнес-процессов, Lean Six Sigma и цифрового двойника: бизнес-процессы служат основой для построения цифрового двойника; методология Lean Six Sigma позволяет выявлять и устранять проблемы в этих процессах; цифровой двойник, в свою очередь, визуализирует и анализирует их в режиме реального времени, что обеспечивает непрерывное улучшение и рост эффективности организации [2].

Методология Six Sigma включает два основных подхода: DMAIC и DMADV. DMAIC применяется в проектах, направленных на улучшение существующих процессов. Он включает пять этапов: определение (Define), измерение (Measure), анализ (Analyze), улучшение (Improve) и контроль (Control). Такой цикл обеспечивает системное выявление проблем и их устранение. DMADV используется в проектах, связанных с проектированием новых продуктов или процессов. Этапы включают определение (Define), измерение (Measure), анализ (Analyze), разработку (Design) и проверку (Verify). Эта методология особенно актуальна в условиях цифровой трансформации, когда создаются новые цифровые решения. Обе методологии позволяют систематизировать управление качеством, минимизировать ошибки и достигать устойчивых результатов, что особенно важно для высокотехнологичных предприятий [3].

Сбалансированная система показателей (BSC) является стратегическим инструментом управления, позволяющим рассматривать эффективность предприятия с нескольких точек зрения. Финансовая перспектива отражает показатели прибыли, рентабельности и эффективности использования активов. Клиентская перспектива характеризует удовлетворенность клиентов, их удержание и качество взаимодействия. Перспектива

внутренних процессов описывает эффективность производственных и управленческих операций. Перспектива обучения и развития связана с формированием компетенций, развитием персонала и инновационной деятельностью. Таким образом, BSC формирует многомерное представление об эффективности предприятия и позволяет увязать стратегические цели с операционными процессами [3].

Интеграция BSC и Six Sigma при проектировании и эксплуатации цифровых двойников характеризует следующие взаимосвязи. С одной стороны, BSC определяет ключевые показатели эффективности, отражающие стратегические цели предприятия. С другой стороны, Six Sigma позволяет измерять текущие процессы, выявлять источники вариативности и дефектов, а также разрабатывать решения для их устранения. В цифровом двойнике эта интеграция обеспечивает точное моделирование процессов, их контроль в режиме реального времени и оптимизацию. Таким образом, совмещение BSC и Six Sigma дает возможность создавать цифровых двойников более высокого качества, которые способствуют достижению устойчивых результатов.

Для оценки эффективности интеграции BSC и Six Sigma применяются многомерные матрицы и визуальные модели. Такие инструменты позволяют отразить сложные взаимосвязи между показателями и наглядно продемонстрировать динамику изменений. Визуализация облегчает восприятие данных руководителями, обеспечивает прозрачность анализа и способствует принятию обоснованных управленческих решений. Это особенно важно в условиях цифровизации, когда объемы данных значительно возрастают, а необходимость в оперативной обработке информации становится критической. Многомерные матрицы объединяют результаты применения BSC и Six Sigma, формируя единую аналитическую модель. Такой инструмент позволяет комплексно оценивать эффективность предприятия, выявлять узкие места, а также определять приоритетные направления для улучшения. Он дает руководителям возможность видеть не только результаты, но и факторы, влияющие на их достижение. Применение многомерной матрицы в управлении цифровым двойником позволяет увязать стратегические цели с реальными процессами. Финансовая перспектива отражает экономическую эффективность разработки и эксплуатации цифрового двойника. Клиентская удовлетворенность пользователей и надежность модели. Внутренняя перспектива характеризует точность и производительность двойника, а перспектива обучения и развития отражает совершенствование алгоритмов и данных. Такой подход обеспечивает системный контроль качества и создает условия для непрерывного совершенствования цифровых решений.

Трехмерные лепестковые диаграммы являются инструментом визуализации многомерных данных. Они позволяют отразить одновременно несколько показателей и оценить их взаимное влияние. В управлении проектами такие диаграммы помогают сравнивать текущее состояние процессов с целевыми значениями, выявлять дисбалансы и определять направления для улучшения. Применение трехмерных диаграмм особенно актуально в условиях цифровой трансформации, когда необходимо учитывать не только статические показатели, но и их динамику во времени. Трехмерные лепестковые диаграммы представляют собой эффективный способ визуализации результатов анализа больших данных для лиц, принимающих решения. Они позволяют представить несколько измерений данных в виде радиально расположенных лепестков, что облегчает сравнение различных параметров. Важно помнить, что при создании трехмерных диаграмм необходимо учитывать их читаемость и понятность для аудитории, которая будет использовать эту информацию для принятия решений. Трехмерные диаграммы дополняются временной осью, что позволяет отслеживать изменения показателей на протяжении всего жизненного цикла процесса или продукта. Это дает возможность оценивать прогресс в реализации проектов, эффективность внедренных улучшений и степень достижения стратегических целей. Таким образом, использование трехмерных диаграмм способствует более глубокому анализу и принятию обоснованных управленческих решений [4].

Интеграция сбалансированной системы показателей (BSC) и методологий Lean Six Sigma обеспечивает стратегическое и операционное управление качеством. Ключевые аспекты интегрированной системы управления качеством включают:

– ориентацию на стратегические цели через систему KPI;

– минимизацию дефектов и ошибок за счет применения инструментов Six Sigma;

– устранение потерь и оптимизацию процессов методами Lean.

Совместное применение формирует целостную систему управления результатами. Интеграция Lean, Six Sigma и BSC, то есть совмещение трех методологий, позволяет увязать стратегические задачи предприятия с практическими инструментами повышения качества: Lean обеспечивает сокращение потерь, Six Sigma – статистический контроль процессов, BSC – систему стратегических индикаторов. Такой подход дает возможность одновременно управлять эффективностью, качеством и устойчивым развитием. Применение интегрированной системы в устойчивом развитии высокотехнологичного предприятия усиливает процессы устойчивого развития за счет:

– баланса между финансовыми, клиентскими, внутренними и обучающими показателями;

− регулярного анализа вариативности и устранения дефектов;

− системного подхода к непрерывному совершенствованию.

Результатом интеграции интеграция BSC и Lean Six Sigma является повышение конкурентоспособности и устойчивости предприятия. Метод обратной связи в управлении устойчивым развитием цифрового предприятия используется для сопоставления фактических и плановых результатов, позволяет корректировать стратегию и процессы на основе объективных данных, обеспечивая адаптацию к изменениям внешней и внутренней среды, а также выявлять факторы, влияющие на показатели сбалансированного устойчивого развития. Косоугольная матрица обратной связи применяется для:

– мониторинга динамики ключевых показателей устойчивости предприятия;

– выявления влияния и значимости факторов, определяющих основные направления устойчивого развития высокотехнологичных предприятий;

– анализа динамики, структуры и определения взаимного влияния ключевых показателей устойчивого развития;

– критериальной оценки резервов и разработки путей их реализации при принятии управленческих решений;

– контроля результатов от реализации организационных, технических и технологических мероприятий по управлению качеством.

Косоугольную матрицу обратной связи системы сбалансированных показателей с учетом экологической безопасности предложено использовать как инструмент структурированного управления качеством в условиях цифровой трансформации устойчивого развития предприятий высокотехнологичных отраслей. На основе косоугольной матрицы обратной связи разработан программный продукт для ЭВМ «Матрица мониторинга устойчивого развития», который позволяет оценить взаимосвязь факторов, влияющих на результат, и выявить наиболее проблемные зоны в устойчивом развитии высокотехнологичного предприятия. Результаты мониторинга предложено использовать для управленческих решений и текущей корректировки стратегий на основе построения многофакторной модели, в которой ключевой показатель (например, выручка от продаж) измеряется под влиянием изменения совокупности факторов, таких как себестоимость продаж, производительность труда, затраты на рубль товарной или реализованной продукции и др. Методика позволяет:

– установить влияние отдельных факторов на итоговый результат;

− количественно оценить изменение ключевых показателей под влиянием каждого фактора;

− выявить направления для повышения эффективности производства и производственных процессов.

Таким образом, факторный анализ формирует основу для прогноза и корректировки стратегии устойчивого развития предприятия.

Значительную роль в цифровой трансформации устойчивого развития играет человеческий фактор. Человеческий фактор остается определяющим условием успешного внедрения инноваций. Подготовка кадров и командное взаимодействие напрямую влияют на эффективность трансформационных процессов по следующим направлениям:

– создание новых команд для решения задач цифровизации;

– развитие компетенций персонала в области цифровых технологий и управления качеством;

– формирование междисциплинарных проектных групп.

При разработке онтологии архитектуры предприятия нашла свое применение модель Захмана, основанную на двух измерениях:

1. Вопросы: «что», «как», «когда», «кто», «где», «почему» в условиях недостаточности бюджетного финансирования.

2. Уровни детализации: идентификация, определение, представление, спецификация, конфигурация, конкретизация.

Эта структура позволяет системно описать архитектуру цифрового предприятия и согласовать стратегические и операционные элементы.

Заключение

Таким образом, модель проектирования цифрового предприятия объединяет методологию Захмана с современными инструментами цифровизации и позволяет решать основные задачи устойчивого развития высокотехнологичного предприятия:

1) увязать стратегические цели с бизнес-процессами;
2) формализовать архитектуру предприятия;
3) снизить риски цифровой трансформации;
4) обеспечить управляемость и устойчивое развитие.

Модель выступает практическим инструментом для проектирования и внедрения цифровых решений, фиксирует связи между уровнями архитектуры и управленческим циклом PDCA. Ключевые элементы модели – это структурирование функций, трассируемость целей до метрик (KPI) и назначение ответственных ролей. Ожидаемый результат – согласованность стратегических целей с архитектурными артефактами и операционными процессами. Визуализация интеграции процессов и ИТ-ландшафта отражает интеграцию бизнес-процессов, информационных систем и данных по направлениям:

1) выравнивание процессов под стратегические цели;
2) стандартизация интерфейсов и потоков данных;
3) контроль качества и непрерывное улучшение через механизмы обратной связи.

Такая конфигурация снижает технологические риски и повышает управляемость трансформации. Сводная модель управления качеством в цифровой трансформации, объединяющая PDCA, методологии Lean/Six Sigma и архитектурный подход к проектированию, задает порядок цифровой трансформации устойчивого развития предприятия: целеполагание – проектирование решений – ввод контроля качества данных и процессов – регулярный аудит и корректирующие действия. Ожидаемый эффект заключается в устойчивости результатов и воспроизводимости улучшения.

Список литературы

1. Азаров В.Н., Кузина Е.Л., Кузина М.А., Чекмарев А.В. Интеграция сбалансированной системы показателей и шесть сигм для управления ИТ-проектами, проектирования цифровых процессов и продуктов // Петербургский экономический журнал. 2024. № 3. С. 57–72.
2. Чекмарев А.В., Азаров В.Н., Куприянов Ю.В. Управление качеством цифровых продуктов и проектами цифровой трансформации // Под ред. А.В. Чекмарева. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 320 с.
3. Azarov V.N., Kuzina M.A., Kuzina E.L., Chekmarev A.V. A Balanced Scorecard (Bsc) and Six Sigma System, in the Context of Digital Transformation. 2024 International Conference "Quality Management, Transport And Information Security, Information Technologies" (2024 Qm&Tis&It) 23–27 сентября 2024 г., г. Нальчик.

4. Азаров В.Н., Кузина Е.Л., Кузина М.А., Чекмарев А.В. Трехмерная процессная архитектура цифрового производства: параллели с нейронными сетями // Петербургский экономический журнал. 2025. № 1. С. 6–17.

References

1. Azarov V.N., Kuzina E.L., Kuzina M.A., Chekmarev A.V. Integration of the Balanced Scorecard and Six Sigma for IT Project Management, Digital Process and Product Design // Petersburg Economic Journal. 2024. No. 3. Pp. 57–72.
2. Chekmarev A.V., Azarov V.N., Kupriyanov Yu.V. Quality Management of Digital Products and Digital Transformation Projects / Ed. by A.V. Chekmarev. – St. Petersburg: Lan, 2024. – 320 p.
3. Azarov V.N., Kuzina M.A., Kuzina E.L., Chekmarev A.V. A Balanced Scorecard (Bsc) and Six Sigma System, in the Context of Digital Transformation. 2024 International Conference "Quality Management, Transport And Information Security, Information Technologies" (2024 Qm&Tis&It) September 23–27, 2024, Nalchik.
4. Azarov V.N., Kuzina E.L., Kuzina M.A., Chekmarev A.V. Three-dimensional process architecture of digital production: Parallels with neural networks // Petersburg Economic Journal. 2025. No. 1. Pp. 6–17.

Для цитирования
Бульба Е.П. Прогнозное моделирование СМК организации / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 309–315.

УДК 005.6

ПРОГНОЗНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СМК ОРГАНИЗАЦИИ

Бульба Е.П.*, аспирант кафедры 104 «Технологическое проектирование и управление качеством» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Москва, инженер отдела СМК, ПАО «Яковлев», Москва*

Рассматривается применение прогнозного моделирования для повышения эффективности системы менеджмента качества (СМК) организации в рамках концепции цифрового двойника. Рассматривается методология построения прогностических моделей, описываются ключевые этапы. Особое внимание уделяется интеграции моделей с данными в реальном времени для адаптивного управления и непрерывного улучшения СМК. Представлены возможности визуализации результатов прогнозирования и анализа через интерактивные дашборды цифрового двойника, а также формирования отчетов для менеджмента с целевыми значениями и рекомендациями. Показано, что прогнозное моделирование обеспечивает переход к проактивному управлению качеством, позволяя предвидеть проблемы и оптимизировать процессы до возникновения несоответствий.

Ключевые слова: система менеджмента качества (СМК), прогнозное моделирование, цифровой двойник, анализ данных, дашборд, непрерывное улучшение, экспертная оценка.

PREDICTIVE MODELING OF ORGANIZATION'S QUALITY MANAGEMENT SYSTEM

Bulba E.P.*, Postgraduate student of the Department 104 "Technological design and quality management", Aviation Institute (National Research University), Moscow, engineer of QMS Department, PJSC "Yakovlev", Moscow*

This article explores the application of predictive modeling to enhance the effective-ness of an organization's Quality Management System (QMS) within the Digital Twin framework. The methodology for developing predictive models is examined, and key implementation stages are described. Special emphasis is placed on integrating models with real-time data to enable adaptive management and continuous QMS improvement. The capabilities for visualizing forecasting and analysis results through interactive Digital Twin dashboards are presented, along with generating management reports featuring target metrics and actionable recommendations. The study demonstrates that predictive modeling facilitates a shift toward proactive quality management, allowing organizations to anticipate issues and optimize processes before nonconformities arise.

Keywords: Quality Management System (QMS), Predictive Modeling, Digital Twin, Data Analysis, Dashboard, Continuous Improvement, Expert Assessment.

ВВЕДЕНИЕ

Прогнозное моделирование использует исторические данные и данные, получаемые в режиме реального времени для прогнозирования будущих тенденций в системе управления качеством, таких как потенциальные проблемы с качеством или неэффективность процессов, является частью концепции цифрового двойника, представленная в статьях [1, 2].

Например, прогнозирующие модели могут сигнализировать об увеличении числа дефектов на основе имеющихся данных о процессе, позволяя вносить преду-предительные коррективы. Это подтверждается исследованием в автомобильной промышленности, где модель машинного обучения, предсказывающая отказы оборудования, позволила перейти к упреждающему планированию ремонтов и снизить незапланированные простои [3]. По мере

развития возможностей прогнозирования эти модели становятся незаменимыми для поддержки постоянного повышения эффективности СМК.

Прогнозное моделирование играет решающую роль в непрерывной оценке СМК организации в рамках концепции цифрового двойника.

Развитие концепции цифрового двойника, рассматриваемое как интегрированная система для моделирования и управления на всех этапах жизненного цикла сложных технических систем, создает фундамент для его адаптации к задачам управления качеством. Актуальность его применения подтверждается активным внедрением в высокотехнологичных отраслях, таких как авиастроение, для решения задач прогнозирования состояния и продления срока службы объектов [4], что демонстрирует потенциал технологии для проактивного управления.

Анализируя исторические данные и применяя передовые методы статистики и машинного обучения, прогностические модели прогнозируют будущие результаты, выявляют потенциальные риски и предлагают стратегии улучшения. Эти модели улучшают процесс принятия решений, предоставляя представление о будущих результатах и гарантируя, что управление качеством будет проактивным, а не реактивным.

Целью исследования является разработка и научное обоснование методического подхода к построению прогнозных моделей в рамках цифрового двойника СМК. Данный подход направлен на создание инструментария для опережающего выявления рисков снижения качества на основе анализа исторических и оперативных данных, что обеспечивает переход к проактивному управлению и реализует принцип непрерывного улучшения СМК.

Основные компоненты прогнозных моделей для СМК

1. Определение ключевых показателей эффективности

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001–2015[1] организация должна определить ключевые показатели для оценки результативности процессов и управления СМК [3]. Эти показатели служат основой для непрерывного мониторинга, анализа и прогнозирования, обеспечивая соответствие стратегическим целям и стандартам.

Проблема объективного определения ключевых показателей для СМК является актуальной задачей, что подтверждается исследованиями, направленными на разработку многокритериальных методик их оценки, в том числе в научно-образовательных организациях [5].

Отбор показателей требует анализа целей организации, ключевых процессов СМК, а также их взаимосвязанности. Показатели могут быть количественными (например, объем экспорта) и качественными (удовлетворенность клиентов). Для их выявления применяют изучение профильных стандартов по области действия организации, внутренних документов и лучших практик; консультации с заинтересованными сторонами, такими как менеджеры по качеству, клиенты, владельцы процессов; анализ исторических данных организации для выявления значимых закономерностей. Сформированный перечень группируют по категориям для упрощения анализа.

Предлагаемый в работе подход к отбору и верификации показателей, включая экспертные оценки и статистический анализ, согласуется с принципами формирования релевантной системы ключевых показателей, обсуждаемыми в современных методиках оценки эффективности СМК [5].

Экспертная оценка и весомость

Экспертам предоставляются структурированные вопросники, в которых их просят оценить каждый показатель на основе заранее определенных критериев. Далее приведен пример наполнения элемента Анкеты опроса эксперта (рисю 1). В результате каждому показателю присваивается показатель весомости на основе экспертных оценок. Для этой цели используется шкала значений от 1 до 10.

[1] ГОСТ Р ИСО 9001–2015 Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 32 с.

После получения данных от всех экспертов, происходит расчет показателей весомости (1):

$$k_i = \frac{\bar{x}_i}{\sum_1^n \bar{x}_i}, \quad (1)$$

где k – показатель весомости;

$\underline{x_i}$ – среднее арифметическое оценок экспертов по i-му показателю;

n – общее число показателей.

Эксперт _	**АНКЕТА ОПРОСА ЭКСПЕРТА**										Страница _ из _
Среднее время прохождения: 10 минут. **Инструкция: в каждой строке обвести <u>одно</u> число из столбца «Оценка», наиболее соответствующее каждому из показателей.** **Вопрос: для каждого показателя определите его важность для СМК организации по шкале от 1 до 10.**											
№ п/п	Наименование показателя	Оценка									
	Группа А «Удовлетворенность потребителей»										
1.	Количество полученных рекламационных актов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.	Количество полученных сообщений о неисправности продукции	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.	Общее количество гарантийной продукции, по которой имелись отказы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.	Количество невосстановленной продукции	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.	Количество поставленной продукции	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6.	Стоимость гарантийной продукции	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7.	Количество контрактов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8.	Количество несоответствий в эксплуатации на гарантийную продукцию	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9.	Доля продукции, получившей рекламации	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10.	Доля невосстановленной продукции	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11.	Достижение заданных требований по безотказности	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12.	Достижение заданных требований по ремонтопригодности	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13.	Динамика количества полученных рекламационных актов на гарантийную продукцию	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Рис. 1. Элемент опросной анкеты

Показатели с весом ниже порогового значения исключаются. Для проверки согласованности мнений экспертов используется коэффициент Кендалла [6].

Отбор ключевых показателей

1. Логический отбор – исключение показателей с ложной корреляцией (например, совпадение из-за общего тренда), с недостаточно «глубокой» историей данных (менее 3 лет), показатели, которые находятся в линейной зависимости друг с другом;

2. Статистический анализ – расчет коэффициента корреляции Пирсона (ρ). Показатели с низким коэффициентом корреляции (<0,3) исключаются из анализа [7].

2. Сбор и обработка данных

Основой любой прогностической модели являются надежные высококачественные данные.

При построении цифрового двойника СМК целесообразно учитывать существующие подходы, такие как «снизу-вверх» (от данных), “сверху вниз” (от математической модели) и гибридный [8], что позволяет выбрать оптимальную методологию в зависимости от зрелости системы сбора данных и уровня формализации процессов.

Применяя подход «снизу-вверх», для точного прогнозирования эффективности СМК организации необходимо собрать соответствующие данные о ключевых показателях качества, таких как уровень брака, сроки производства и показатели удовлетворенности клиентов. В

контексте цифрового двойника эти данные постоянно обновляются в режиме реального времени, гарантируя, что прогнозы основаны на самой актуальной доступной информации.

3. Выбор алгоритма

В прогностических моделях используются различные алгоритмы в зависимости от характера данных и поставленных задач. Распространенные методы включают регрессионный анализ, прогнозирование временных рядов, нейронные сети и деревья принятия решений. Каждый из этих алгоритмов обладает определенными преимуществами: например, регрессионный анализ часто используется для выявления взаимосвязей между переменными, в то время как модели временных рядов идеально подходят для прогнозирования на основе последовательных данных (например, ежемесячных производственных дефектов) [9].

4. Моделирование сценариев и анализ чувствительности

Одним из ключевых преимуществ прогнозирующего моделирования является его способность моделировать различные сценарии. Например, организация может захотеть узнать, как изменение процесса или внешний фактор (например, сбои в цепочке поставок) могут повлиять на показатели качества. Используя прогнозные модели в цифрового двойнике, можно моделировать различные сценарии и оценивать влияние изменений, не затрагивая фактические операции. Также проводится анализ чувствительности, чтобы определить, какие переменные наиболее существенно влияют на производительность системы, и определить, на чем следует сосредоточить улучшения.

5. Оценка в режиме реального времени и адаптивная обратная связь

Важной особенностью прогностических моделей является их интеграция с данными, получаемыми в режиме реального времени от цифрового двойника. Этот непрерывный поток данных позволяет получать прогнозы в режиме реального времени, что позволяет СМК мгновенно адаптироваться к изменяющимся условиям. Например, если производительность изделия начинает ухудшаться, прогнозирующая модель может предсказать снижение качества продукции, предлагая корректирующие действия до того, как возникнут дефекты. Эта способность обеспечивать адаптивную обратную связь жизненно важна для постоянного улучшения качества.

Классификация цифровых двойников по уровню автономности и функциональным возможностям [8] позволяет позиционировать разрабатываемую прогнозную модель как операционный цифровой двойник с элементами симуляции, способный не только к сбору данных, но и к моделированию сценариев для поддержки решений.

6. Постоянное совершенствование и доработка

Прогностические модели в СМК не являются статичными; они развиваются с течением времени по мере того, как становится доступно больше данных и система учится на результатах прошлых лет. По мере того как организация собирает больше данных и совершенствует свою деятельность, прогностические модели могут быть откалиброваны повторно, что повышает их точность и эффективность. Этот процесс соответствует принципам непрерывного совершенствования, заложенным в системах менеджмента качества [3]. Благодаря итеративному совершенствованию прогнозные модели позволяют выявлять тенденции, предотвращать узкие места и снижать уровень сбоев в работе.

Визуализация в цифровом двойнике организации

Интерактивная панель инструментов (дашборд) цифрового двойника предоставляет руководителю СМК набор удобных и репрезентативных инструментов для анализа и прогнозирования показателей, влияющих на процесс, а также тестирования управленческих решений.

Стандартный набор инструментов состоит из:

– значений анализируемых показателей с индикатором роста или падения значения по сравнению с предыдущими периодами;

– основного графика, содержащего значения зависимых и независимых переменных. Кроме того, на графике приводится прогнозное значение переменных;

– вспомогательного графика, содержащего сравнение моделируемой и реальной переменной;

– поля для симуляции сценариев, где при заполнении значений зависимых переменных рассчитывается соответствующее им значение независимой переменной, которое сразу же отображается на основном графике;

– блока с детализацией данных, в котором приведены данные показателей за последние 4 периода, прогнозируемые значения, отклонение прогнозируемого и фактического значений в абсолютном и процентном значениях. Величина отклонения маркируется цветом в зависимости от величины отклонения (зеленый – отклонение ≤ 0.5%, желтый – отклонение 0.5–1%, красный – отклонение > 1%).

На рис. 2 представлен пример отображения информации по Процессу СМК ЖЦ.3 «Проектирование и разработка», который в рамках исследования состоит из одного показателя результативности процесса – Коэффициент соблюдения установленных сроков и запланированных объемов выполнения разработки РКД, который в соответствии с предыдущими этапами в рамках регрессионной модели зависит от 2 зависимых переменных:

– количество работников, прошедших обучение;

– списочная численность персонала на конец отчетного периода.

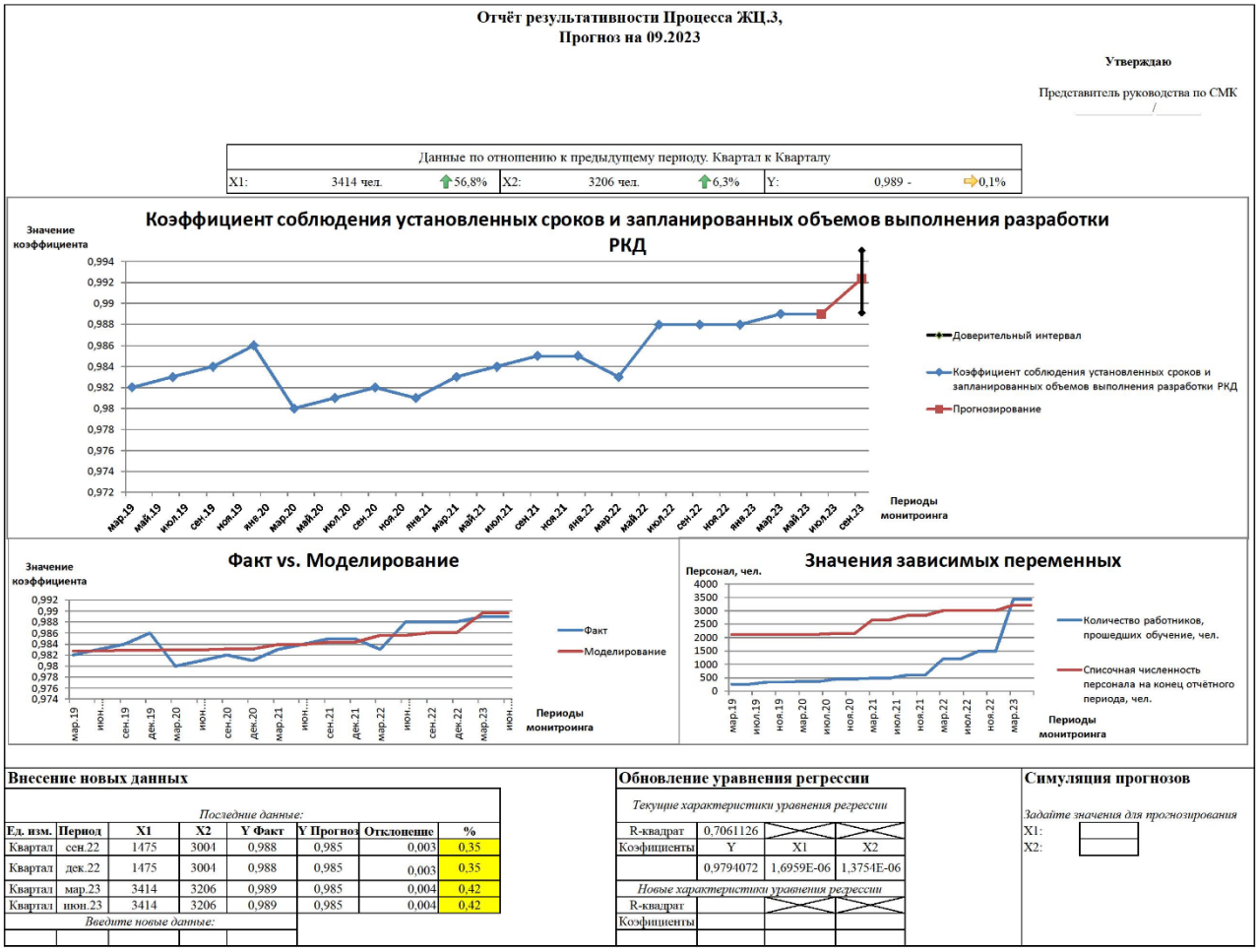


Рис. 2. Пример дашборда

Информационная поддержка для принятия обоснованных решений

На основе данных, формируемых моделью, специалист по качеству может составить отчеты для высшего руководства, например:

– аналитические отчеты и заключения о соответствии качества поступающих в организацию сырья, материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий техническим регламентам, стандартам и техническим условиям;

– отчеты о выявленных дефектах, вызывающих ухудшение качественных и количественных показателей продукции (работ, услуг), и о результатах проведения корректирующих действий по устранению этих дефектов;

– отчеты о предотвращении выпуска продукции (работ, услуг), не соответствующих требованиям технических регламентов, стандартов (технических условий), утвержденным образцам (эталонам) и технической документации, условиям поставок и договоров;

– отчетная документация для обеспечения функционирования системы управления качеством (менеджмента качества) продукции (работ, услуг).

Отчет может содержать текущее, целевое (согласно Целям в области качества организации) и прогнозируемое значение анализируемых показателей, рекомендации по достижению целевых значений (таблица).

Пример отчета для менеджмента

Параметр	Текущее значение	Целевое значение	Рекомендации
Количество обученных (X1)	850	899	Обучить 49 сотрудников. Срок: 1 месяц. Бюджет: 2.45 млн руб.
Численность персонала (X2)	10200	10200	Не увеличивать штат. Оптимизировать нагрузку на текущих сотрудников.
Прогноз Y	99,4%	99,5%	Контролировать соответствие обучения требованиям РКД.

Заключение

Прогнозное моделирование, интегрированное в концепцию цифрового двойника организации, представляет собой мощный инструмент для трансформации СМК из реактивной в проактивную. Как продемонстрировано в статье, оно позволяет:

– заблаговременно выявлять риски: предсказывать потенциальные проблемы с качеством и неэффективность процессов на основе анализа исторических и реальных данных;

– оптимизировать принятие решений: предоставлять менеджменту обоснованные прогнозы и рекомендации для стратегического планирования и оперативных корректировок;

– моделировать сценарии: оценивать последствия изменений процессов или внешних факторов без вмешательства в реальные операции;

– обеспечивать адаптивность: постоянно обновлять прогнозы на основе актуальных данных, позволяя СМК гибко реагировать на изменения;

– поддерживать непрерывное улучшение: итеративно совершенствовать модели по мере накопления данных и знаний, следуя принципам СМК.

Реализация подхода, включающая тщательный отбор ключевых показателей, применение современных алгоритмов анализа данных, создание интерактивных дашбордов и формирование целевых отчетов для менеджмента, существенно повышает способность организации управлять качеством на опережение.

Важно отметить, что представленные методы и подходы, хотя и основаны на общепринятых принципах прогнозного моделирования и стандартах СМК (таких как ГОСТ Р ИСО 9001–2015), требуют дальнейшей апробации и валидации на конкретных практических кейсах. Эта апробация, направленная на оценку точности прогнозов, устойчивости моделей и

их реального вклада в повышение эффективности СМК, является необходимой для дальнейших исследований.

Таким образом, прогнозное моделирование в СМК открывает значительные перспективы для достижения нового уровня менеджмента качества и устойчивого развития организации.

Список литературы /References

1. Рахманов М.Л., Бульба Е.П. Методы имитационного моделирования в концепции цифрового двойника СМК организации // Компетентность. 2024. № 2. С. 16–21. /
   Rahmanov M.L., Bulba E.P. Metody imitacionnogo modelirovaniya v koncepcii cifrovogo dvojnika SMK organizacii. Competency. 2024, no. 2, pp. 16–21. (In Russ).
2. Рахманов М.Л., Бульба Е.П. Проблемы эффективного функционирования системы качества // Компетентность. – 2023. - № 4 – С. 5–10. /
   Rahmanov M.L., Bul'ba E.P. Problemy effektivnogo funkcionirovaniya sistemy kachestva // Kompetentnost'. – 2023. - № 4 – S. 5-10.
3. Ojeda J.C.O., de Moraes J.G.B., Filho C.V. da S., Pereira M. da S., Pereira J.V. da Q., Dias I.C.P., da Silva E.C.M., Peixoto M.G.M., Gonçalves M.C. Application of a Predictive Model to Reduce Unplanned Downtime in Automotive Industry Production Processes: A Sustainability Perspective // Sustainability. 2025. Vol. 17, no. 9. Art. 3926. URL: https://doi.org/10.3390/su17093926 (дата обращения: 06.11.2025).
4. Шишкин А.В. Концепция формированияцифрового двойника для эксплуатации // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 4(85). С. 108–113. /
   Shishkin A.V. Koncepciya formirovaniyacifrovogo dvojnika dlya ekspluatacii // Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya. 2025. № 4(85). S. 108–113.
5. Шинкевич А.И., Алимова Д.Р., Галимулина Ф.Ф. Методика оценки ключевых показателей эффективности системы менеджмента качества организаций // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 3(84). С. 25–31. /
   Shinkevich A.I., Alimova D.R., Galimulina F.F. Metodika ocenki klyuchevyh pokazatelej effektivnosti sistemy menedzhmenta kachestva organizacij // Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya. 2025. № 3(84). S. 25–31.
6. Лебедева И.М., Федорова А.Ю. Макроэкономическое планирование и прогнозирование / Под ред. А.Ю. Федоровой. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 54 с. /
   Lebedeva I.M., Fedorova A.YU. Makroekonomicheskoe planirovanie i prognozirovanie / Pod red. A.YU. Fedorovoj. – SPb: Universitet ITMO, 2016. – 54 s. /
7. Абляминов Р.Ф. Применение корреляционного и регрессионного анализа в системе прогнозирования технологического процесса // Научные высказывания. 2023. № 21 (45). С. 24–28. /
   Ablyaminov R.F. Primenenie korrelyacionnogo i regressionnogo analiza v sisteme prognozirovaniya tekhnologicheskogo processa // Nauchnye vyskazyvaniya. 2023. № 21 (45). S. 24–28.
8. Щекочихин О.В. Современные тенденции управления киберфизическими системами на основе цифровых двойников // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2021. № 5(63). С. 33–37. /
   Shchekochihin O.V. Sovremennye tendencii upravleniya kiberfizicheskimi sistemami na osnove cifrovyh dvojnikov // Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya. 2021. № 5(63). S. 33–37.
9. Леванова Л.Н. Эконометрика: уч.-метод. пособие. – Саратов: Амирит, 2015. – С. 144. /
   Levanova L.N. Ekonometrika: Textbook. Saratov, Amirit Publ., 2015, 144 p.

Для цитирования
Василега Н.А. Анализ актуальности методов комплексной оценки рисков / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 316–324.

УДК 658.5

АНАЛИЗ АКТУАЛЬНОСТИ МЕТОДОВ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ РИСКОВ

Василега Н.А.*, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Россия, Тюмень*

Настоящее исследование посвящено анализу актуальности методов комплексной оценки рисков на основе данных стандарта ГОСТ Р МЭК 31010–2021 «Надежность в технике. Методы оценки риска» и публикационной активности, связанной с применением методов, применяемых для комплексной оценки рисков в период с 2020 по 2024 год. В работе представлены результаты системного изучения применимости методов оценки рисков и их основные характеристики, в том числе динамика публикаций.

Ключевые слова: оценка рисков, национальный стандарт, публикационная активность.

ANALYSIS OF THE RELEVANCE OF INTEGRATED RISK ASSESSMENT METHODS

Vasilega N.A., *Senior Lecturer, Tyumen Industrial University, Russia, Tyumen*

This study is devoted to the analysis of the relevance of methods of integrated risk assessment based on data from the GOST R IEC 31010-2021 standard. Reliability in technology. Methods of risk assessment and publication activity related to the application of methods used for comprehensive risk assessment in the period from 2020 to 2024. The paper presents the results of a systematic study of the applicability of risk assessment methods and their main characteristics, including the dynamics of publications.

Keywords: risk assessment, national standard, publication activity.

В современных условиях отдельные технологические процессы и производство в целом, как сложный и динамичный процесс, подвержены проявлению различного вида рисков, которые не всегда могут привести к предсказуемым последствиям. Для анализа рисков в той или иной сфере деятельности применяются стандартизированные методы, которые позволяют выявить потенциально опасные ситуации, определить причины и последствия их проявления для выработки управленческих решений. Для комплексной оценки рисков в различных сферах деятельности необходимо учитывать ряд факторов, влияющих на выбор соответствующего метода анализа риска.

В рамках исследования представлен сравнительный анализ методов оценки рисков с учетом их характеристик в контексте применимости для достижения поставленных целей, а также частота применения в различных ситуациях на основе анализа литературных источников. Также рассматриваются подходы к анализу рисков в разнородных системах, различающиеся по природе входных и выходных данных: описательные методы (например, обзор литературы, сценарный анализ, качественное описание последствий) и количественные методы, направленные на получение числовых показателей риска.

Выбор способа оценки риска и формата выходных данных должен быть согласован с установленными критериями оценки. В случаях, когда критерии заданы количественно, обосновано применение количественных методов анализа, обеспечивающих выходные данные в требуемых единицах измерения. Математические преобразования и операции

допускается использовать только при условии, что используемые метрики количественно определены и позволяют корректно интерпретировать полученные результаты. Однако даже при полностью количественном подходе исходными данными часто являются экспертные оценки или аппроксимации; следовательно, уровень достоверности результатов определяется точностью и надежностью входных данных и использованных методов.

Для комплексной оценки рисков необходимо осуществление нескольких этапов, таких как идентификация риска, его анализ, включающий всестороннее исследование последствий, вероятности его наступления и возможности установления уровня риска, а также оценка риска в качественном, полуколичественном или количественном выражении. В последней версии национального стандарта ГОСТ Р МЭК 31010–2021 «Надежность в технике. Методы оценки риска», представлены методы для всестороннего анализа риска в условиях неопределенности [1]. По результатам исследования данного стандарта были получены структурированные данные применимости различных методов оценки риска на всех вышеперечисленных этапах. Данные представлены в таблице.

Применимость методов оценки рисков

№ п\п	Инструменты и методы	Процесс оценки риска					№ п/п Стандарта
		Идентификация риска	Анализ рисков			Оценка риска	
			Последствия	Вероятность	Уровень риска		
1	Анализ видов, последствий и критичности отказов (FMECA) *Failure modes and effects and criticality analysis*	SA	SA	SA	SA	SA	B.2.3
2	Анализ сценариев *Scenario analysis*	SA	SA	A	A	A	B.2.5
3	Структурированный метод «что, если?» (SWIFT) *Structured "What if?" (SWIFT)*	SA	SA	A	A	A	B.2.6
4	Анализ галстук-бабочка *Bow tie analysis*	A	SA	A	A	A	B.4.2
5	Анализ причин и последствий (CCA) *Cause-consequence analysis*	A	SA	SA	A	A	B.5.5
6	Анализ надежности человеческого фактора (HRA) *Human reliability analysis*	SA	SA	SA	SA	A	B.5.8
7	Анализ влияния конфиденциальности/данных, оценка влияния конфиденциальности (PIA/DPIA) *Privacy impact analysis/ data privacy impact assessment (PIA/DPIA)*	A	SA	A	A	SA	B.5.11
8	Оценка токсикологического риска *Toxicological risk assessment*	SA	SA	SA	SA	SA	B.7.1
9	F-N диаграммы *F-N diagrams*	A	SA	SA	A	SA	B.8.3

№ п\п	Инструменты и методы	Процесс оценки риска					№ п/п Стандарта
		Идентификация риска	Анализ рисков			Оценка риска	
			Последствия	Вероятность	Уровень риска		
10	Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность (RCM) *Reliability centred maintenance*	A	A	A	A	SA	B.8.5
A: применимо; SA: строго применимо; NA: не применимо.							

Согласно данным таблицы только десять из представленных в стандарте методов отвечают необходимым требованиям для комплексной оценки риска. Одним из первых в порядке упоминания в тексте стандарта, соответствующим комплексной оценке риска, является метод анализа видов и последствий отказов (FMEA – Failure Modes and Effects Analysis). Этот метод оценки рисков является комбинированным и включает анализ видов и последствий отказов (FMEA) и анализ видов, последствий и критичности отказов (FMECA). Последний является строго применимым на всех этапах процесса оценки рисков. Метод FMEA представляет собой систематическую процедуру идентификации потенциальных видов отказов элементов системы (функций, компонентов, процессов), их причин и ожидаемых последствий с целью раннего выявления уязвимостей и обоснования мер по снижению риска. Вариант с оценкой значимости – FMECA дополняет FMEA ранжированием или измерением значимости критичности каждого вида отказа для приоритизации мероприятий [4]. К основным принципам и этапам данного метода можно отнести в первую очередь разложение объекта анализа на более мелкие составные части: идентификация потенциальных отказов для каждого элемента, выявление причин и оценивание локальных и системных последствий (функциональные потери, безопасность, качество, экономический ущерб), выявляемость и существующие меры обнаружения отказа до его критического воздействия, а также текущие барьеры/компенсации и перечень корректирующих действий. В процессе анализа все результаты документируются, верифицируются экспертной группой и пересматриваются по мере получения новых данных. FMEA/FMECA – структурированный, гибкий и широко применимый метод для раннего выявления и приоритизации потенциальных отказов и связанных с ними последствий [5]. Его научная ценность заключается в формировании системной базы знаний о надежности и уязвимостях системы. Для повышения точности и надежности выводов рекомендуется комбинировать FMEA с количественными данными, учитывать неопределенности, применять современные статистические и моделирующие приемы и избегать формального следования значению приоритетного числа рисков (RPN) без критической оценки его ограничений.

Метод анализа сценариев (Scenario Analysis) также применим на всех этапах оценки риска. При этом на этапе идентификации риска и выявления его последствий является строго применимым. Можно сказать, что этот метод объединяет различные подходы, которые рассматривают вариативные исходы различных событий. Данный метод может быть применим как на стратегическом, так и на тактическом уровне планирования. В ходе реализации данного метода прогнозируются варианты последствий тех или иных событий как с отрицательной, так и с положительной стороны и вырабатываются необходимые стратегии реагирования. Разработка стратегий, которые позволят организации успешно адаптироваться к каждому сценарию, может включать меры по смягчению рисков, использованию возможностей и повышению устойчивости. Также осуществляется постоянный мониторинг ключевых индикаторов и адаптация стратегий, в зависимости от того, какой сценарий начинает разворачиваться. Анализ сценариев является ценным инструментом для оценки рисков и планирования в условиях неопределенности. Его ценность заключается в способности учитывать различные будущие возможности, стимулировать творческое мышление и улучшать принятие решений.

Структурированный метод оценки рисков «что, если?» (SWIFT), как и анализ сценариев, применим на всех этапах оценки риска и строго применим на этапе идентификации риска и выявления его последствий. SWIFT (Structured What-If Technique) – это метод идентификации рисков, основанный на структурированном мозговом штурме. Он может как применяться самостоятельно, опираясь на когнитивные принципы и навыки участников анализа, так и быть источником дополнительной информации для методов оценки рисков, образующих иерархическую структуру на следующих этапах. В ходе применения метода оценки рисков «что, если?» используют вспомогательные слова для формирования вероятных сценариев с учетом имеющихся средств контроля. Метод может являться частью обширного процесса управления рисками, предоставляя входные данные для последующих этапов, таких как анализ рисков, оценка рисков и разработка планов управления рисками. Выходными данными данного метода могут быть как риски, так и возможности, представленные в качественном или полуколичественном виде.

Еще один из методов, применимых для комплексной оценки рисков, является метод «галстук-бабочка». Этот метод применим на всех этапах процесса оценки риска и строго применим для идентификации последствий. В результате реализации данного метода на выходе можно получить упрощенную графическую диаграмму, на которой центральным элементом является рассматриваемое событие (узловая точка), слева от него представлены основные причинные ветви (пути риска), а справа – возможные исходы и их последствия. На диаграмме обозначаются расположение и типы средств контроля, а также факторы и сценарии, при которых данные средства контроля могут не сработать. Дополнительно фиксируются предполагаемые пост-событийные действия, направленные на изменение хода событий или смягчение последствий. Метод «галстук-бабочка» обеспечивает ясную причинно-следственную наглядность и позволяет систематизировать элементы управления риском в единой схеме. При этом формат выходных данных ориентирован прежде всего на качественную интерпретацию и коммуникацию ключевых связей между причинами, барьерами и последствиями. Метод обладает высокой наглядностью и интуитивной понятностью, что облегчает интерпретацию результатов и обмен информацией между специалистами разных сфер деятельности [3]. Однако методологически «галстук-бабочка» плохо отражает ситуации с логической зависимостью причинных структур; при наличии коррелированных или композитных системных взаимодействий схема может неадекватно представлять реальную картину риска. При попытке провести количественную оценку сложных сценариев простая графическая структура может привести к чрезмерному упрощению и неверной интерпретации численных результатов; соответственно, применение количественных процедур требует аккуратной проверки корректности предположений и пригодности шкал измерений.

Метод «галстук-бабочка» представляет собой эффективный инструмент для визуализации путей риска, барьеров и последствий, полезный для коммуникации и идентификации пробелов в методах контроля, однако его применимость ограничена в случаях сложных логических взаимосвязей и при строгих требованиях к количественной достоверности, что требует интеграции с более формальными аналитическими методами.

Метод анализа причин и последствий (CCA) является строго применимым как при выявлении последствий риска, так и при вероятности его наступления, а также применим на остальных этапах процесса оценки риска. CCA позволяет сопоставить элементы анализа дерева неисправностей (FTA) и анализа деревья событий (ETA) для получения комплексного представления путей развития отказа от инициирующего события через последовательности состояний до разнообразных исходов. Цель метода – адекватно отразить как причинную структуру возникновения критического события, так и временную динамику, множество возможных последствий, когда ни FTA, ни ETA по отдельности не дают удовлетворяющего представления. Метод анализа причин и последствий целесообразно применять в ситуациях, когда выполняется хотя бы одно из следующих условий:

– построить последовательность событий (временную цепочку) проще и информативнее, чем детализировать все причинно-логические связи;

– дерево неисправностей становится чрезмерно большим и трудноуправляемым;

– анализ выполняют разные группы, каждая из которых отвечает за отдельные участки (модульный подход);

– необходимо одновременно учитывать причинность и временные зависимости/периоды простоя/включения резервных подсистем;

– значимость возможных последствий высока и оправдывает усложненную модель.

Метод анализа надежности человеческого фактора (HRA) строго применим на этапе идентификации и анализа риска и применим при его оценке. Метод HRA с научной точки зрения можно рассматривать как инструмент для моделирования и оценки человеческого фактора в сложных системах. В ходе реализации метода оценивается вероятность ошибок человека при реализации тактических задач, которые могут выражаться не только в снижении его производительности, но и при установлении повышенных значений тех или иных показателей. Метод HRA позволяет получить формализованный реестр рисков деятельности человека, как ключевого элемента сложной системы, на основе когнитивных структур для дальнейшей выработки корректирующих мероприятий.

Метод анализа влияния конфиденциальности (PIA)/анализа влияния защиты данных (DPIA) является применимым для идентификации риска, определения его вероятности и уровня риска и строго применим при выявлении последствий и оценке риска. Данный метод представляет собой научно обоснованный подход к управлению рисками, связанными с обработкой персональных данных. В его основе лежит фундаментальный принцип управления рисками – идентификация, оценка и минимизация рисков. В данном случае фокус смещен на риски, связанные с конфиденциальностью и защитой персональных данных. Метод стремится к проактивному выявлению потенциальных угроз и уязвимостей до того, как они приведут к инцидентам. Хотя PIA/DPIA фокусируется на конфиденциальности, он тесно связан с более широкими принципами информационной безопасности, такими как обеспечение конфиденциальности, целостности и доступности (CIA-триада) данных. Данный метод рассматривает обработку данных не как изолированный акт, а как часть сложной системы, включающей процессы, ресурсы (людей, оборудование, ИТ), взаимозависимости, цепочки поставок и аутсорсинговые соглашения. Это позволяет выявлять риски на различных уровнях и в различных точках взаимодействия. Метод предусматривает структурированный процесс, который включает: скрининг базовых рисков, углубленный анализ риска для процессов в наиболее критических областях, который, в свою очередь, включает стандартные методы сбора информации, систематизированный сбор данных, интервью, коллективное выявление и анализ рисков с участием различных экспертов. После чего осуществляется анализ документации и оценка последствий, касающихся нарушения конфиденциальности для человека в рамках личных, финансовых, правовых и других аспектов, что указывает на подход, основанный на анализе комплексного воздействия, и является стандартной практикой в риск-менеджменте. Метод PIA/DPIA представляет собой эволюцию подходов к управлению рисками, адаптированную к уникальным вызовам, связанным с конфиденциальностью данных. Его научная ценность заключается в его структурированности, проактивности, интегрированности с принципами конфиденциальности и способности обеспечивать подотчетность. Несмотря на некоторые ограничения, связанные с субъективностью и сложностью измерения, PIA/DPIA является критически важным инструментом в современном цифровом мире, способствующим более безопасному и этичному обращению с персональными данными.

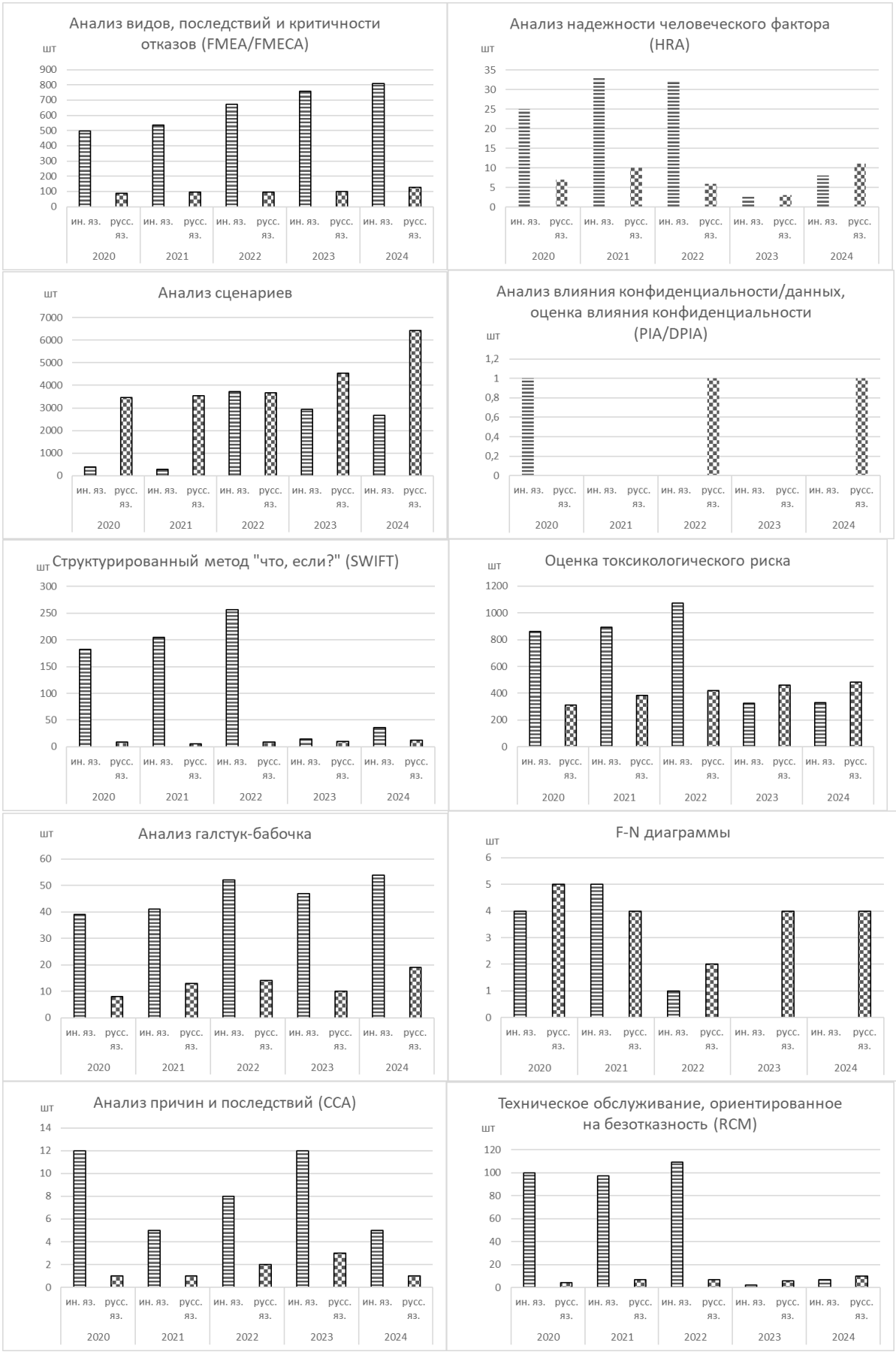
Метод оценки токсикологического риска позволяет выявить риски для человека и окружающей среды как в качественном, так и в количественном представлении, в том числе в виде границ допустимых пределов опасности. Он является строго применимым на всех этапах процесса оценки риска. Метод позволяет количественно оценить риск воздействия вредных веществ на здоровье человека или окружающую среду. Результаты анализа кривых (доза-

реакция) могут быть использованы для принятия обоснованных решений о регулировании воздействия вредных веществ. Также метод оценки токсикологического риска позволяет устанавливать стандарты и нормативы для допустимых уровней загрязнения окружающей среды. В целом оценка токсикологического риска представляет собой структурированный процесс, использующий научные принципы для оценки потенциального вреда от воздействия токсических веществ на живые организмы и экосистемы. С научной точки зрения этот подход можно рассматривать как применение принципов токсикологии, эпидемиологии и управления рисками для принятия обоснованных решений о защите здоровья человека и окружающей среды.

Метод оценки риска F-N диаграмм – прозрачный и мощный инструмент для отображения рисковых ситуаций и учета летальных исходов по частоте их проявления. Данные инцидентов представляются в графическом виде с отображением допустимых факторов риска. Метод F-N диаграмм является строго применимым для выявления последствий, определения вероятности и оценки риска и применим для идентификации риска и установления его уровня. Научная надежность результатов определяется полнотой сценариев, качеством и объемом данных, корректностью модели частот и адекватной оценкой неопределенности. Для ответственных выводов рекомендуется использовать F-N вместе с подробными сценарными моделями и статистическими методами, такими как Monte-Carlo, байесовский апдейт, EVT, представлять интервалы неопределенности, нормализовать и документировать критерии при сравнении вариантов и дополнять анализ сопутствующими параметрами и качественными оценками воздействия на уязвимые группы.

Еще один метод, соответствующий комплексной оценке риска, – это метод технического обслуживания, ориентированного на безотказность (RCM). Данный метод является строго применимым только на этапе непосредственной оценки риска и применим на всех остальных этапах, включая идентификацию и анализ. Техническое обслуживание, ориентированное на надежность (RCM), представляет собой структурированный метод, основанный на принципах управления рисками и ориентированный на оптимизацию стратегий технического обслуживания. RCM использует принципы теории надежности, которая занимается изучением и прогнозированием надежности систем и компонентов. Он включает такие понятия, как частота отказов, среднее время наработки на отказ (MTBF) и вероятность безотказной работы. Данный метод стремится к оптимизации использования ресурсов для технического обслуживания. Для этого он определяет наиболее эффективные стратегии для каждого компонента исходя из его критичности и характера отказов, вместо того чтобы применять одинаковые стратегии ко всему оборудованию. RCM учитывает жизненный цикл оборудования, от проектирования до эксплуатации и вывода из эксплуатации, что позволяет разрабатывать стратегии технического обслуживания, которые максимально эффективны на протяжении всего жизненного цикла. В рамках реализации метода оборудование рассматривается как часть сложной системы и учитываются взаимосвязи между компонентами. Это позволяет выявлять каскадные отказы и другие системные эффекты. В целом применение метода RCM позволяет повысить эксплуатационную готовность оборудования за счет сокращения времени простоя и более эффективно использовать ресурсы, такие как персонал, материалы и оборудование.

Несмотря на фактор применимости или строгой применимости указанных методов анализа риска, для его комплексной оценки в реальном секторе применяются далеко не все методы [2]. Для выявления наиболее востребованных и актуальных методов оценки рисков был проведен ретроспективный анализ литературных источников по базе eLIBRARY.RU на предмет их упоминания в научных статьях, журналах и материалах конференций как на русском, так и английском языках за период с 2020 по 2024 год. Результаты литературного анализа представлены на рисунке.



Анализ литературных источников

Согласно данным, представленным на рисунке, анализ видов и последствий отказов (FMEA) и анализ видов, последствий и критичности отказов (FMECA) имеют стабильный рост

как в англоязычных источниках, так и в публикациях на русском языке от почти 500 до 800 публикаций и с 88 до 126 упоминаний соответственно. Такая популярность метода говорит о его востребованности для комплексной оценки риска в различных сферах деятельности.

Анализ сценариев также имеет положительную динамику количества публикаций. При этом в 2022 году среди источников на иностранном языке имеет место скачкообразный прирост с 288 до 3655 упоминаний. При этом публикации на русском языке имеют стабильно высокое значение на протяжении всего анализируемого периода. Популярность данного метода оценки риска также может быть объяснима его универсальностью в определении потенциальных событий в рамках реализации того или иного сценария.

Структурированный метод «что, если?» (SWIFT), напротив, имеет спад в количестве публикаций на иностранном языке после 2022 года. При этом с 2020 по 2022 год имеется стабильный рост со 183 до 256 публикаций. Упоминания данного метода оценки риска в русскоязычных источниках имеет незначительную, но положительную динамику.

Метод оценки риска галстук-бабочка довольно часто упоминается как в публикациях на иностранном языке (от 39 до 56 источников), так и в русскоязычных источниках (от 10 до 20 упоминаний).

Анализ причин и последствий при оценке риска представляет бимодальное распределение количества публикаций с пиками в 2020 и 2023 годах. Такая тенденция сохраняется как для иностранных публикаций, так и для русскоязычных.

Метод анализа надежности человеческого фактора (HRA) при оценке рисков в публикациях на иностранном языке имеет резкий спад после 2022 года с 32 до 8 упоминаний в 2024 году. В русскоязычных источниках публикации с упоминанием данного метода оценки риска имеют стабильный рост с 7 до 11 источников.

Анализ влияния конфиденциальности (PIA)/анализа влияния защиты данных (DPIA) для оценки риска в начале анализируемого периода упоминается только в публикациях на иностранном языке. В русскоязычных источниках данный метод фигурирует начиная с 2022 года.

Оценка токсикологического риска имеет самые высокие значения по количеству публикаций (с 860 до 1073) с 2020 по 2022 год, что можно объяснить увеличением количества исследований в сфере медицины. Рост за исследуемый период публикаций в русскоязычных источниках не такой резкий. Так, с 2020 по 2024 год количество упоминаний возросло с 310 до 485.

Метод оценки риска с использованием F-N диаграмм также имеет провал в количестве публикаций на иностранном языке после 2022 года, при этом самое большое количество упоминаний не превышает 5.

Оценка риска с использованием метода технического обслуживания, ориентированного на безотказность (RCM), имеет стабильное значение количества публикаций на русском языке за период с 2020 по 2024 год (от 4 до 10 упоминаний), при этом публикации на иностранном языке также имеют резкий спад после 2022 года, со 109 до 7 публикаций в 2024 году.

Таким образом, исходя из данных анализа публикаций можно сделать вывод, что наиболее актуальными методами для комплексной оценки рисков являются методы анализа видов, последствий и критичности отказов (FMEA/FMECA), анализ сценариев и оценка токсикологического риска. При этом два последних метода оценки рисков имеют определенный спад количества упоминаний в публикациях с 2022 по 2024 год. Это может быть связано с выходом ряда отраслевых стандартов или новой версии стандарта ГОСТ Р МЭК 31010–2021 «Национальный стандарт Российской Федерации. Надежность в технике. Методы оценки риска», а также его англоязычной версии.

Список литературы

1. ГОСТ Р МЭК 31010–2021 «Национальный стандарт Российской Федерации. Надежность в технике. Методы оценки риска». – М.: Российский институт стандартизации, 2021. – 94 с.

2. Киселев Э.В. Выбор методов управления технико-производственными рисками машиностроительного предприятия / Э.В. Киселев, В.А. Трошкин // Вестник РГАТА имени П. А. Соловьева. 2022. № 3 (62). С. 101–108.
3. Николаева, Н.Г. Внедрение риск-ориентированного подхода в практику испытательной лаборатории / Н.Г. Николаева, С.М. Горюнова, Р.Н. Исмаилова // Вестник Технологического университета. 2020. Т. 23. № 8. С. 85–89.
4. Панюков, Д.И. Проблемы приоритезации риска в рамках метода FMEA / Д.И. Панюков, В.Н. Козловский, О.В. Никишов // Отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества в машиностроении. IV Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием: сборник докладов. Тула, 2023. – С. 290–294.
5. Klochkov Y. Development of FMEA method with the purpose of quality assessment of can stock production / Y. Klochkov, A. Its, I. Vasilieva. – DOI 10.4028/www.scientific.net/KEM.684.473 // Key Engineering Materials. – 2016. – № 684. – Pp. 473–476.

References

1. GOST R IEC 31010–2021. The national standard of the Russian Federation. Reliability in technology. Risk assessment methods. (IEC 31010:2019 Risk management – Risk assessment techniques, IDT). Moscow: Russian Institute of Standardization, 2021. – 94 p.
2. Kiselev E.V. The choice of methods for managing technical and production risks of a machine-building enterprise / E.V. Kiselev, V.A. Troshkin // Bulletin of the Russian State Technical University named after P.A. Solovyov. 2022. No. 3 (62). Pp. 101–108.
3. Nikolaeva, N.G. The introduction of a risk-based approach to the practice of the testing laboratory / N.G. Nikolaeva, S.M. Goryunova, R.N. Ismailova // Bulletin of the Technological University. 2020. Vol. 23. No. 8. Pp. 85–89.
4. Panyukov, D.I. Problems of risk prioritization within the framework of the FMEA method / D.I. Panyukov, V.N. Kozlovsky, O.V. Nikishov // In the collection: Domestic and foreign experience of quality assurance in mechanical engineering. IV All-Russian Scientific and Technical Conference with international participation: collection of reports. Tula, 2023. Pp. 290–294.
5. Klochkov, Y. Development of FMEA method with the purpose of quality assessment of can stock production / Y. Klochkov, A. Its, I. Vasilieva. – DOI 10.4028/www.scientific.net/KEM.684.473 // Key Engineering Materials. – 2016. – № 684. – Pp. 473–476.

Для цитирования
Васнина Т.Д. Нормирование процессов в гальваническом производстве / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 325–327.

УДК 658.512:621.79

НОРМИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ГАЛЬВАНИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Васнина Т.Д.*, аспирант, Юго-Западный государственный университет, Россия, Курск*

В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты нормирования труда в гальваническом производстве. Основное внимание уделяется методике расчета временных нормативов с учетом технологических особенностей процесса гальванического покрытия. Представлена классификация производственного времени на основное, вспомогательное, перекрываемое и неперекрываемое. Описаны особенности расчета штучно-калькуляционного времени в различных производственных условиях: идеальных, с превышением основного времени и с превышением вспомогательного времени.

Ключевые слова: нормирование труда, гальваническое производство, производственные процессы, временные нормативы, расчет времени.

RATIONING OF PROCESSES IN ELECTROPLATING PRODUCTION

Vasnina T.D., *graduate student, Southwest state university, Kursk*

The article discusses the theoretical and practical aspects of labor rationing in electroplating production. The main focus is on the methodology for calculating time standards, taking into account the technological features of the electroplating process. The article presents a classification of production time into basic, auxiliary, overlapping, and non-overlapping time. It also describes the features of calculating piece-and-calculation time in different production conditions: ideal, with excess basic time, and with excess auxiliary time.

Keywords: labor rationing, electroplating, production processes, time standards, and time calculation.

В современных условиях развития промышленности вопросы оптимизации производственных процессов в гальваническом производстве приобретают особую актуальность. Нормирование труда представляет собой сложный многофакторный процесс, требующий учета технологических, организационных и экономических параметров [1, 2].

Основное время в нормировании гальванических операций представляет собой период, в течение которого деталь непосредственно находится в основной ванне и происходит процесс покрытия. Это время включает два основных компонента: время непосредственного покрытия детали слоем металла и время выдержки деталей в подготовительных и завершающих ваннах для очистки поверхностей.

Расчет основного времени покрытия производится с учетом следующих параметров: толщина требуемого покрытия, плотность осаждаемого металла, катодная плотность тока, электрохимический эквивалент и выход по току [3, 4].

Вспомогательное время охватывает все операции по подготовке и завершению процесса. Сюда входят монтаж деталей на приспособления, их демонтаж, загрузка и выгрузка приспособлений, переходы между ваннами, протирка деталей и изоляция поверхностей.

Особое внимание уделяется разделению времени на перекрываемое и неперекрываемое. Перекрываемое время включает операции, которые можно выполнять параллельно с работой основной ванны. К таким операциям относятся монтаж и демонтаж деталей, их протирка, изоляция поверхностей, обезжиривание и обдувка сжатым воздухом.

Неперекрываемое время составляют операции, которые невозможно выполнять во время работы основной ванны. Прежде всего, это загрузка деталей в основную ванну и их выгрузка.

Оперативное время является суммой основного и вспомогательного времени. В его структуре также выделяются перекрываемые и неперекрываемые компоненты.

К перекрываемому оперативному времени относятся операции по подготовке поверхности под покрытие: обезжиривание (как химическое, так и электролитическое), травление, активация и промывка.

Неперекрываемое оперативное время включает операции, выполняемые после отключения основной ванны: осветление, пассивирование, промывка после покрытия и прогрев деталей.

При расчете норм времени важно учитывать, что некоторые подготовительные операции могут выполняться параллельно с основным процессом покрытия. Это позволяет оптимизировать общее время обработки деталей и повысить эффективность производственного процесса.

Расчет штучно-калькуляционного времени определяют соотношением основного времени $T_о$ по основной ванне перекрываемым оперативным временем $\sum t_{оп.п.}$ (время на выполнение всех дополнительных переходов, связанных с основным процессом нанесения покрытия) и вспомогательным временем $\sum t_{в.п.}$ (монтаж деталей на подвеску и их демонтаж) [1].

В случае, если выполняется соотношение:

В случае если выполняется соотношение:

$$T_о = \sum t_{оп.п.} + \sum t_{в.п.} \quad (1)$$

Тогда штучно-калькуляционное время на одну деталь составляет:

$$T_{ш.к.} = \frac{T_о + (\sum t_{в.н.} + \sum t_{оп.н.})}{n_д \cdot К_и} \cdot К_1 \quad (2)$$

$n_д$ – количество деталей, одновременно загружаемых в ванну;

$К_1$ – коэффициент на подготовительно-заключительное время обслуживания рабочего места и на естественные потребности;

$t_{в.н.}$ – вспомогательное неперекрываемое время;

$t_{оп.н.}$ – оперативное неперекрываемое время.

Такое равенство характерно для идеальных производственных условий, когда процесс протекает стабильно и без отклонений. Это достигается при режиме постоянного подогрева оборудования, работа которого не нарушается внешними факторами. Важным условием является оптимальная загрузка технологических ванн, что обеспечивает равномерное распределение нагрузки.

Стандартизация операций играет решающую роль в достижении равенства времени. При этом должны быть минимизированы тепловые потери, а температурный режим поддерживаться на постоянном уровне, что исключает колебания параметров процесса.

Однако в реальных условиях часто наблюдается превышение основного времени:

$$T_о > \sum t_{оп.п.} + \sum t_{в.п.} \quad (3)$$

Тогда штучно-калькуляционное время на одну деталь составляет [1]:

$$T_{ш.к.} = \frac{T_о + (\sum t_{в.н.} + \sum t_{оп.н.})}{n_д \cdot К_и \cdot Х} \cdot К_2 \quad (4)$$

Х – количество ванн-дублеров;

$К_2$ – коэффициент, учитывающий совпадение окончания работы по обслуживанию другой ванны-дублера.

Это связано с особенностями производственного процесса. При работе в режиме постоянного подогрева это может происходить из-за увеличенной толщины покрытия деталей, сложной геометрии изделий или необходимости выполнения дополнительных технологических операций.

В случае периодического подогрева превышение времени часто связано с длительным временем разогрева оборудования и значительными тепловыми потерями. Нестабильность температурного режима также вносит свой вклад в увеличение производственного цикла.

Реже встречается превышения суммарного времени операций

$$\mathrm{T_о} < \sum t_{\text{оп.п.}} + \sum t_{\text{в.п.}} \quad (5)$$

Тогда штучно-калькуляционное время на одну деталь составляет [1]:

$$\mathrm{T_{ш.к.}} = \frac{(\sum t_{\text{в.н.}} + \sum t_{\text{оп.н.}}) + (\sum t_{\text{оп.п.}} + \sum t_{\text{в.п.}})}{n_{\text{д}} \cdot \mathrm{K_и}} \cdot \mathrm{K_1} \quad (6)$$

Данное неравенство характерно для мелкосерийного производства. В таких условиях частые переналадки оборудования, разнообразие размеров обрабатываемых деталей и необходимость дополнительных подготовительных операций существенно влияют на длительность процесса.

При периодическом режиме работы превышение времени обусловлено длительным периодом подготовки оборудования, неравномерной загрузкой производственных мощностей и вынужденными перерывами в работе, что неизбежно приводит к увеличению общего времени производственного цикла.

Эффективное нормирование времени в гальваническом производстве требует комплексного подхода с учетом всех технологических особенностей процесса. Правильный выбор методики расчета и режимов работы позволяет оптимизировать производственный процесс и повысить эффективность работы гальванического участка.

Важным аспектом является постоянный мониторинг фактических показателей и корректировка нормативов с учетом реальных условий производства. Это обеспечивает достижение максимальной эффективности при сохранении высокого качества гальванических покрытий.

В контексте современных требований к эффективности производства особое значение приобретает интеграция нормирования труда с концепцией бережливого производства, что позволяет достичь максимальной производительности при минимальных затратах ресурсов.

Список литературы

1. Апсин В.П., Пославский А.П., Сорокин В.В. Нормирование гальванических работ: практикум по решению инженерных задач. Часть 2. Оренбург: ИПК ГОУ ВПО ОГУ, 2008. 40 с.
2. Дехтеринский Л.В., Есенберлин Р.Е., Агмаев К.Х. и др. Капитальный ремонт автомобилей: справочник / Под ред. Р.Е. Есенберлина. М.: Транспорт, 1989. 335 с.
3. Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин: справочник. М.: Машиностроение, 1989. 480 с.
4. Румянцев С.И., Борщов В.Ф., Боднев А.Г. и др. Ремонт автомобилей: учебник / под ред. С.И. Румянцева. – М.: Транспорт, 1981. 462 с.
5. Шадричев В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей: учебник для вузов. – Л.: Машиностроение, 1976.

References

1. Apsin V.P., Poslavsky A.P., Sorokin V.V. Rationing of electroplating works: a workshop on solving engineering problems. Part 2. Orenburg: IPK GOU VPO OSU, 2008. 40 p.
2. Dekhterinsky L.V., Esenberlin R.E., Agmaev K.Kh., et al. Overhaul of cars: reference book / edited by R.E. Esenberlin. Moscow: Transport, 1989. 335 p.
3. Molodyk N.V., Zenkin A.S. Restoration of machine parts: reference book. Moscow: Mechanical Engineering, 1989. 480 p.
4. Rumyantsev S.I., Borshchov V.F., Bodnev A.G., et al. Car Repair: Textbook / edited by S.I. Rumyantsev. Moscow: Transport, 1981. 462 p.
5. Shadrichev V.A. Fundamentals of Automotive Engineering Technology and Car Repair: Textbook for Higher Education Institutions. Leningrad: Mechanical Engineering, 1976.

Для цитирования
Врублевский И.А. Уровень стандартизации как индекс промышленного производства предприятий Владимирской области / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 328–333.

УДК 006.3

УРОВЕНЬ СТАНДАРТИЗАЦИИ КАК ИНДЕКС ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Врублевский И.А., *аспирант, ФГУП «ВНИИ «Центр», Россия, Москва*

В статье рассмотрены вопросы взаимосвязи между уровнем стандартизации производственных предприятий Владимирской области и показателями промышленного производства Владимирской области. На основе анализа статистических данных за 2025 год и регионального инвестиционного стандарта Владимирской области выставлены оценки учитывающим инновационные отрасли экономики Владимирской области, рассмотрены методические подходы к определению стандартизации как индикатора промышленного развития. Работа описывает корреляцию между внедрением систем менеджмента качества и экономическими показателями региональной промышленности.

Ключевые слова: стандартизация, промышленное развитие, система менеджмента качества, инновационная активность, Владимирская область.

THE LEVEL OF STANDARDIZATION AS AN INDICATOR OF INDUSTRIAL PRODUCTION OF THE VLAIMIR REGION ENTERPRISES

Vrublevskii I.A., *graduate student of FSUE "VNII "Center", Moscow*

The article discusses the relationship between the level of standardization of production enterprises in the Vladimir region and the indicators of industrial production in the Vladimir region. Based on the analysis of statistical data for 2025 and the regional investment standard of the Vladimir region, the article provides assessments of the innovative sectors of the Vladimir region's economy and discusses methodological approaches to determining standardization as an indicator of industrial development. The paper describes the correlation between the implementation of quality management systems and the economic performance of the regional industry.

Keywords: standardization, industrial development, quality management system, innovative activity, Vladimir region.

Введение

Современная промышленная политика Российской Федерации характеризуется усилением внимания к вопросам технологического суверенитета и качественного развития производственного сектора [1]. В этом контексте особую актуальность приобретает исследование факторов, определяющих конкурентоспособность региональной промышленности, среди которых значительное место занимает уровень стандартизации производственных процессов.

Одним из ключевых аспектов статистических исследований является «Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации», который составляет Национальный исследовательский университет при Высшей школе экономики. В соответствии с выпуском № 10 (2025 г.) [3] Владимирская область занимает 35-е место из 85 регионов, с 2021 года Владимирская область повысила свой рейтинг на 1 пункт, с 36-го места на 35-е (рис. 1), что говорит о стабильности развития региональной экономики [2] и следовании намеченным целям развития в соответствии со стандартами инвестиционного

развития, утвержденными Указом губернатора Владимирской области А.А. Авдеева от 18 мая 2022 года № 65 [8].

Владимирская область, демонстрирует устойчивые позиции в национальном рейтинге инновационного развития [3]. Доля промышленности в валовом региональном продукте области составляет 40%, что подтверждает индустриальную специализацию региона и актуализирует исследование факторов повышения эффективности производственной деятельности.

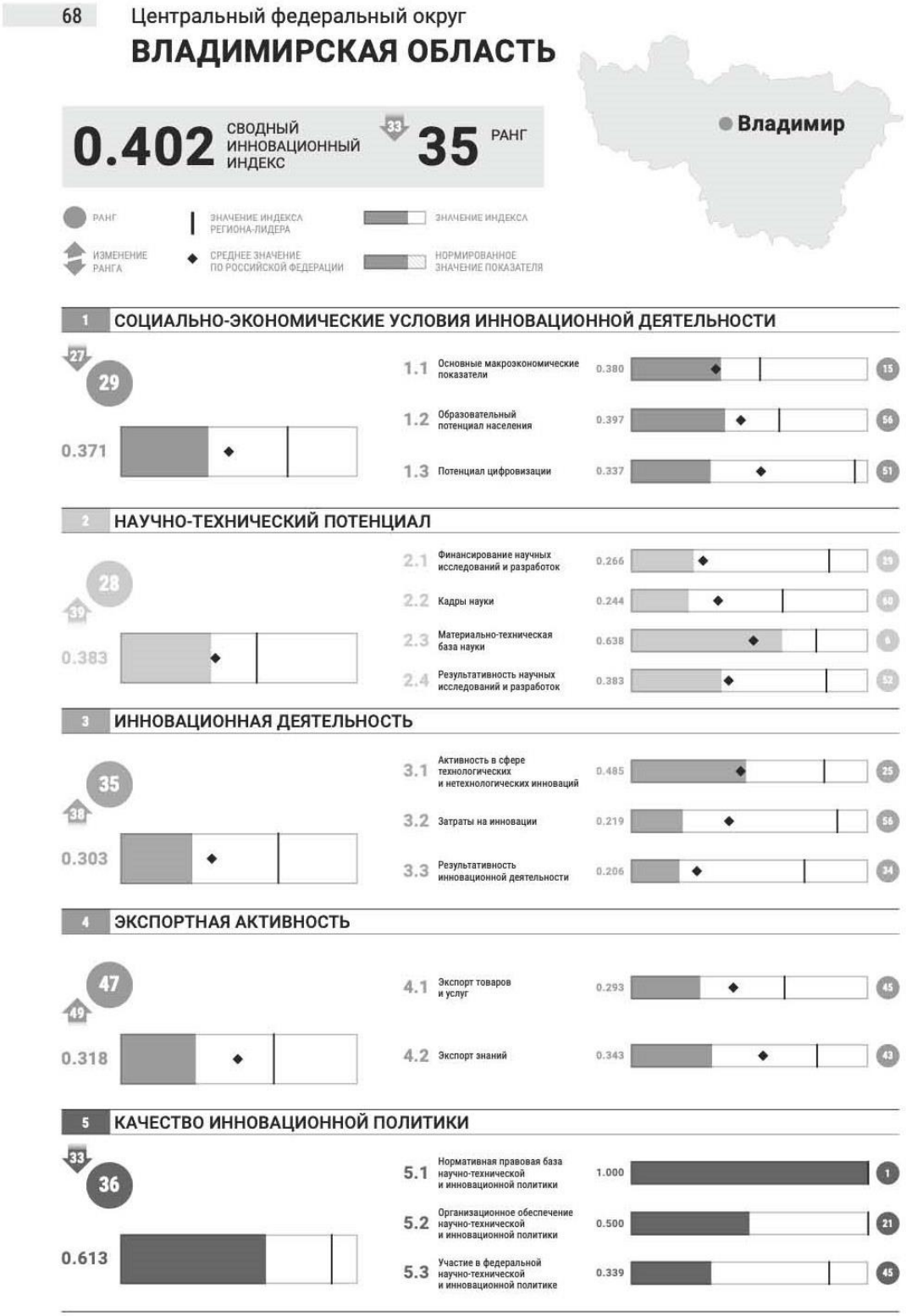


Рис. 1. Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации [3]

Основная часть

Анализ промышленного потенциала Владимирской области и достигнутых результатов.

Стандартизация как системообразующий элемент промышленного развития представляет собой комплекс мероприятий, направленных на установление и применение правил с целью упорядочения деятельности в определенной области на благо и при участии всех заинтересованных сторон [4]. В промышленном производстве стандартизация выполняет функции обеспечения качества продукции, оптимизации технологических процессов, повышения конкурентоспособности предприятий и обеспечения инновационного развития.

Методологическая основа исследования базируется на комплексном анализе показателей промышленного производства региона с применением сравнительного и статистического методов. Для оценки уровня стандартизации использовались критерии внедрения систем менеджмента качества в соответствии со стандартами ГОСТ Р, а также показатели инновационной активности организаций [5].

Материалы для разработки международных стандартов в области ISO были разработаны в СССР и легли в основу международных стандартов ISO, которые, в свою очередь, стали основой регламентирующих документов и впоследствии стали государственными документами по стандартизации, идентичными международным стандартам ISO[6].

В соответствии с данными Территориального органа Федеральной службы Государственной статистики по Владимирской области [7] по итогам первого полугодия 2025 года объем отгруженных товаров собственного производства промышленными предприятиями Владимирской области составил 516,7 млрд рублей, при этом доля обрабатывающих производств достигла 92,2% от общего объема промышленной продукции региона. Индекс промышленного производства за январь – июнь 2025 года к аналогичному периоду предыдущего года составил 101,2%, что свидетельствует о позитивной динамике развития промышленного сектора (рис. 2).

Рис. 2. Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами [7]

Структурный анализ промышленности Владимирской области выявляет высокую степень специализации региона в наукоемких отраслях. Машиностроение занимает 40% в общем объеме промышленной продукции, при этом предприятия региона обеспечивают 90,2% российского производства стеклянных сосудов, 63,2% матрасов и 32,2% стрелочных

переводов. Данная специализация требует применения высоких стандартов качества и технологической точности, что определяет важность процессов стандартизации для поддержания конкурентных преимуществ. Проведенный анализ Владимирской области показывает следование [8] в части реализации п. 4.6 «Развитие традиционных отраслей экономики» и Планов по достижению качественных показателей развития региональных приоритетных отраслей экономики (таблица).

Планы по достижению качественных показателей развития региональных приоритетных отраслей экономики [8]

Социально-экономические показатели	2021	2022	2023	2024	2025
			среднесрочный прогноз		
Объем отгруженной промышленной продукции, млрд руб.	807,3	774,1	948,9	999,2	1062,2
Продукция сельского хозяйства, млрд руб.	38,03	40,3	42,5	44,8	47,2
Объем работ, выполненных по виду деятельности "Строительство", в ценах соответствующих лет, млрд руб.	64,2	90,1	100,6	112,1	126,02
Оборот розничной торговли, млрд руб.	276,8	304,8	343,3	377,4	407,8

В соответствии с данными, полученными из Территориального органа Федеральной службы Государственной статистики по Владимирской области, планы развития Владимирской области (рис. 2), заложенные в стандарт инвестиционного развития в 2022 году, исполняются в полном объеме в 2025 году (табл.), также есть предпосылки к перевыполнению плана. По мнению автора, утверждение и внедрение стандартов в региональную экономику обеспечивает стабильное инновационное развитие региона.

Стандартизация как фактор промышленного развития

Анализ деятельности ведущих промышленных предприятий Владимирской области свидетельствует о прямой корреляции между уровнем внедрения систем стандартизации и экономическими показателями эффективности. Предприятия, имеющие сертифицированные системы менеджмента качества, демонстрируют более высокие показатели производительности труда и инновационной активности [9].

Инновационная активность организаций в регионе составляет 12,6% против среднероссийского показателя 10,8%, что частично обусловлено внедрением стандартизированных процессов управления инновационной деятельностью. Объем отгруженных инновационных товаров, работ и услуг организаций промышленности региона достиг 31,4 млрд рублей, при этом удельный вес инновационных товаров в общем объеме составляет 6,8%.

Владимирская область характеризуется развитой системой поддержки инновационного развития промышленных предприятий, включающей 37 научных организаций и институтов,

работающих в области исследований и разработок прорывных технологий. Научно-техническая база региона обеспечивает методическую поддержку внедрения современных стандартов производства и систем управления качеством [9].

Особенности промышленной структуры области, характеризующиеся высокой концентрацией предприятий точного машиностроения, химической и стекольной промышленности, обуславливают необходимость применения специализированных отраслевых стандартов. Данный фактор определяет специфику региональной политики в области стандартизации и требует разработки адаптированных методических подходов к оценке ее эффективности.

Заключение

Анализируя стандарт, реализованный Указом губернатора Владимирской области А.А. Авдеева [8], меры поддержки, оказываемые за последние годы, направленные на развитие экономического потенциала региона и сильных его сторон за счет использования стандарта инвестиционного развития, позволили привлечь новых инвесторов, и, несмотря на сложную экономическую ситуацию, нестабильную финансовую обстановку, предприятиям региона удается показывать положительную динамику и открывать новые точки роста. По мнению автора, из анализируемых материалов прослеживается связь между уровнем стандартизации производственных процессов и показателями промышленного развития региона. Владимирская область, характеризующаяся высокой долей наукоемких производств и развитой научно-технической базой, демонстрирует позитивную динамику внедрения систем стандартизации, что способствует поддержанию конкурентных позиций региональной промышленности. Дальнейшие работы в данном направлении должны быть сфокусированы на анализе отраслевых особенностей стандартизации и разработке специализированных инструментов оценки ее экономической эффективности.

Выводы:

1. Внедрение стандарта инвестиционного развития, реализованного Указом губернатора Владимирской области А.А. Авдеева, позволило региону привлекать новых инвесторов и обеспечивать положительную динамику развития предприятий, несмотря на сложные экономические и финансовые условия.
2. В результате применения систем стандартизации производственных процессов прослеживается прямая связь с показателями промышленного развития региона. Владимирская область, обладая значительной долей наукоемких производств и развитой научно-технической базой, демонстрирует активное внедрение систем стандартизации, что способствует укреплению конкурентоспособности региональной промышленности.
3. Для дальнейшего развития уровня стандартизации в регионе необходимо сосредоточить усилия на анализе отраслевых особенностей и разработке специализированных инструментов оценки экономической эффективности стандартизации, что позволит повысить качество поддержки промышленного роста и инвестиционную привлекательность Владимирской области.

Список литературы

1. Носова С.С., Широкова Л.В., Макаренко А.В. Трансформация бизнеса в современной экономике России // Инновации и инвестиции. 2019. № 3. С. 32–37.
2. Захаров П.Н., Фраймович Д.Ю., Смирнов В.Н., Врублевский И.А. Проблемы управления инновационным развитием промышленных предприятий региона // Журнал прикладных исследований. 2021 № 6, том 9. С. 852–858.
3. Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. Выпуск 10 / В.Л. Абашкин, Г.И. Абдрахманова, С. В. Бредихин и др.; под ред. Л. М. Гохберга. М.: НИУ ВШЭ, 2025. 68 с.
4. Применение сигнального подхода для оценки и прогноза финансовой устойчивости российских предприятий // Экономическое развитие России. 2024. № 9. С. 15–23.
5. Ильина И.Е. и др. Инновационное развитие регионов России // Регионология. 2018. Т. 26, № 2. С. 230–255.

6. Куприков Н.М. Актуальные вопросы использования, распространения и обновления документов по стандартизации в сфере международной стандартной атмосферы высокотехнологичными компаниями // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования 2024 г. № 4 (79). С. 18–23.
7. https://33.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Пром_произв_январь-июнь%202025.pdf/ дата обращения: 16.08.2025.
8. Указ губернатора Владимирской области от 18 мая 2022 г. № 65 / https://docs.cntd.ru/document/406061111/ дата обращения: 16.08.2025.
9. Инструментарий управления стратегией развития промышленных кластеров на основе методов оценки экономического развития // Региональные проблемы преобразования экономики. 2020. № 8. С. 45–58.
10. Модель оценки зрелости процессов управления маркетинговыми рисками торговых предприятий // Управленческий учет. 2023. № 5. С. 112–125.

References

1. Nosova S.S., Shirokova L.V., Makarenko A.V. Transformation of Business in the Modern Russian Economy // Innovations and Investments. 2019. No. 3. Pp. 32–37.
2. Zakharov P.N., Fraymovich D.Yu., Smirnov V.N., Vrublevsky I.A. Problems of Managing the Innovative Development of Industrial Enterprises in the Region// Journal of Applied Research. 2021 No. 6, Vol. 9, pp. 852-858.
3. Rating of Innovative Development of the Subjects of the Russian Federation. Issue 10 / V.L. Abashkin, G.I. Abdrakhmanova, S. V. Bredikhin, et al.; ed. by L. M. Gokhberg. Moscow: HSE University, 2025. 68 p.
4. Application of the Signal Approach for Assessing and Forecasting the Financial Stability of Russian Enterprises // Economic Development of Russia. 2024. No. 9. Pp. 15-23.
5. Ilyina I.E. et al. Innovative development of Russia's regions // Regionology. 2018. Vol. 26, No. 2. Pp. 230-255.
6. Kuprikov N.M. Current issues of using, distributing, and updating standardization documents in the field of international standard atmosphere by high-tech companies // Information.
7. https://33.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Prom_proizv_january-june%202025.pdf/ accessed on 16.08.2025.
8. Decree of the Governor of the Vladimir Region dated May 18, 2022, No. 65 / https://docs.cntd.ru/document/406061111/ accessed on 16.08.2025.
9. Management tools for the development strategy of industrial clusters based on economic development assessment methods // Regional problems of economic transformation. 2020. No. 8. Pp. 45–58.
10. A model for assessing the maturity of marketing risk management processes in retail enterprises // Managerial Accounting. 2023. No. 5. Pp. 112–125.

Для цитирования
Глухова Т.В., Ломакин И.Н. Возможности применения искусственного интеллекта для стандартизации и оптимизации процессов интегрированной системы менеджмента / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 334–340.

УДК 006.1

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА

Глухова Т.В., *канд. экон. наук, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Россия, Саранск*
Ломакин И.Н., *ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Россия, Саранск*

В исследовании рассматривается роль технологий искусственного интеллекта в развитии интегрированных систем менеджмента и их стандартизации. Проведен обзор научных работ и статистики The ISO Survey, отражающей динамику распространения международных стандартов. Представлена эволюция систем менеджмента и технологий, показано влияние ИИ на процессы менеджмента, контроль и аудит. Обоснована перспектива включения требований к ИИ в будущие редакции стандартов ИСО.

Ключевые слова: интегрированные системы менеджмента, искусственный интеллект, стандартизация, цифровизация, системы менеджмента, устойчивое развитие.

OPPORTUNITIES FOR THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE STANDARDIZATION AND OPTIMIZATION OF INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM PROCESSES

Glukhova T.V., *Ph.D. in Economics, Ogarev Mordovia State University, Russia, Saransk*
Lomakin I.N., *Ogarev Mordovia State University, Russia, Saransk*

The study examines the role of artificial intelligence technologies in the development of integrated management systems (IMS) and their standardization. A review of scientific literature and The ISO Survey statistics, reflecting the dynamics of international standard adoption, was conducted. The evolution of management systems and technologies is presented, demonstrating the impact of AI on management, control, and audit processes. The study substantiates the prospects for incorporating AI requirements into future ISO standard revisions.

Keywords: integrated management systems, artificial intelligence, standardization, digitalization, management systems, sustainable development.

Введение

В последние десятилетия концепция систем менеджмента претерпела значительные изменения, отражающие усложнение процессов управления и роста требований со стороны заинтересованных сторон. Если на начальных этапах развития внимание уделялось преимущественно менеджменту качества, то впоследствии в фокусе внимания стали находиться комплексные системы, которые включают охрану окружающей среды, энергетическую эффективность, охрану труда и информационную безопасность. В связи с этим интегрированные системы менеджмента (ИСМ) становятся ключевым инструментом, позволяющим компаниям обеспечить комплексное управление, сократить дублирование функций и повысить результативность деятельности.

Однако развитие интегрированных систем менеджмента сопровождается рядом методологических и практических трудностей. Стандарты ИСО, регламентирующие

управление качеством (ИСО 9001), экологический менеджмент (ИСО 14001), информационную безопасность (ИСО 27001), менеджмент безопасности труда и охраны здоровья (ИСО 45001), энергетический менеджмент (ИСО 50001), и другие обладают определенными различиями в терминологии, приоритетах и специфике применяемых требований. Даже несмотря на наличие унифицированной структуры стандартов («High Level Structure»), компании сталкиваются с проблемами согласования требований, оптимизации документированной информации и снижения административной нагрузки. Стремительное развитие цифровизации диктует необходимость поиска новых подходов к стандартизации и оптимизации управленческих процессов.

В связи с этим более заметным становится интерес к применению технологий искусственного интеллекта (ИИ). Технологии ИИ уже демонстрируют высокую эффективность в самых разных сферах – от проектирования и разработки сложных технических решений до автоматизации рутинных задач, от креативных направлений (дизайн, генерация фото и видео) до образовательной и научной деятельности, где алгоритмы ИИ используются для анализа данных и подготовки исследований. В промышленности применение технологий ИИ охватывает производственные процессы, прогнозирование технического состояния оборудования, менеджмент ресурсов и другие направления. Перенос технологий ИИ в область систем менеджмента открывает новые возможности: автоматизация процедур внутреннего аудита, прогнозирование рисков и возможностей, формирование аналитических отчетов, поддержка в принятии управленческих решений. Помимо использования уже в действующих ИСМ технологии ИИ можно применять на стадии их формирования: для определения этапов разработки, документирования процессов и определения области распространения. Такой подход позволяет отказаться от услуг консультантов, поскольку ИИ при наличии базы нормативной и организационной документации способен провести детальный анализ и выдать эффективные рекомендации. Однако стоит учитывать риски, связанные с информационной безопасностью и конфиденциальностью данных.

Цель исследования

Цель настоящего исследования заключается в анализе возможностей применения искусственного интеллекта для стандартизации и оптимизации процессов интегрированной системы менеджмента, изучении его влияния на повышение эффективности менеджмента и устойчивое развитие организации. Работа направлена на обобщение существующих подходов, рассмотрение примеров использования ИИ в различных отраслях и оценку перспектив его интеграции в практику формирования, функционирования и совершенствования ИСМ.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования являются современные подходы к применению искусственного интеллекта в стандартизированных и интегрированных системах менеджмента, используемые в различных отраслях промышленности. Настоящая работа носит аналитический характер и направлена на выявление потенциала технологий ИИ для стандартизации и оптимизации процессов управления качеством, энергетическими ресурсами, информационной безопасностью.

Основными источниками информации послужили результаты российских и зарубежных исследований, отраженных в рецензируемых научных журналах, материалах международных конференций, требования международных стандартов ИСО.

Методология исследования основана на применении общенаучных методов анализа, синтеза, индукции и дедукции, а также систематизации и структурирования данных. Использовался сравнительный анализ существующих практик применения ИИ и их соотношение с требованиями стандартов ИСО в целях оценки перспектив и ограничений интеграции технологий ИИ в формирование и развитие ИСМ.

Результаты исследования и их обсуждение

Современные исследования в области систем менеджмента показывают, что вектор их развития связан с процессами цифровизации, интеграцией процессов и применением новых технологий. В научных трудах Родионова Д.Г., Данияли С.М., Мокеевой Т.В. [1]; Илышевой М.А., Гайнанова Р.Р., Деткова А.А. [2]; Попова М.А. [3] подробно рассмотрены теоретические и практические аспекты формирования интегрированных систем менеджмента. В их работах обоснована актуальность применения ИСМ для повышения эффективности управления, представлены подходы к разработке систем менеджмента, проанализированы наиболее распространенные стандарты: ГОСТ Р ИСО 9001–2015, ГОСТ Р ИСО 14001–2016, ГОСТ Р ИСО 45001–2020. Особое внимание уделено вопросам эмерджентности между различными системами менеджмента в целях оптимизации использования ресурсов и обеспечения устойчивого развития компаний в современных условиях.

Болдырева А.В., Борзов В.И., Ахрамович А.А. [4]; Русакова Л. Ю., Ходенков А.А. [5] акцентируют внимание на внедрении цифровых технологий и элементов системы бережливого производства как на эффективных инструментах повышения результативности ИСМ. В их работах отражены возможности цифровизации производственных процессов и применения методов бережливого производства для устранения потерь и оптимизации потоков. При этом Исмаилова Р.Н., Горюнова С.М. [6] выделяют ряд проблем, препятствующих эффективному формированию ИСМ, в частности распределение полномочий между сотрудниками, обеспечение согласованности действий подразделений, организацию логистических, материальных, информационных и трудовых потоков.

Несмотря на активное теоретическое и практическое изучение интегрированных систем менеджмента, в существующих исследованиях недостаточно раскрыты вопросы их адаптации к современным условиям цифровой трансформации и внедрения технологий искусственного интеллекта. Отсутствие методических подходов, учитывающих специфику интеграции ИИ в практику менеджмента, предопределяет актуальность настоящего исследования.

Данные научных исследований подтверждаются актуальной статистикой ISO Survey [7]. В таблице представлен рейтинг наиболее востребованных стандартов ISO на системы менеджмента по итогам 2023–2024 гг.

Рейтинг наиболее востребованных стандартов ISO на системы менеджмента [7]

Позиция в рейтинге	Стандарт на систему менеджмента	Количество сертификатов, шт.		Изменение, %
		2023 год	2024 год	
1	ISO 9001:2015 «Системы менеджмента качества»	837052	1474118	+76,1%
2	ISO 14001:2015 «Системы экологического менеджмента»	300410	676232	+125,1%
3	ISO 45001:2018 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья»	185166	542527	+193%
4	ISO 27001:2022 «Системы менеджмента информационной безопасности»	47291	96709	+104,5%
5	ISO 22000:2018 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции»	30011	59521	+98,3%
6	ISO 13485:2016 «Системы менеджмента качества. Изделия медицинские»	32963	31215	-5,3%
7	ISO 50001:2018 «Системы энергетического менеджмента»	24924	38482	+54,4%

Исходя из данных таблицы можно сделать вывод, что лидером остается стандарт ISO 9001:2015, число сертификатов по которому превысило 1,47 млн единиц. Наибольший прирост продемонстрировали стандарты ISO 14001:2015 (+125 %) и ISO 45001:2018 (+193%).

Существенный прирост отмечен и у других стандартов – ISO 27001:2022 (+104%) и ISO 22000:2018 (+98%). В совокупности статистика ISO Survey отражает растущую значимость систем менеджмента, в которых качество, экология, охрана труда, информационная безопасность и энергоэффективность все чаще рассматриваются как взаимосвязанные элементы единой стратегии устойчивого развития организаций по всему миру.

Компании по всему миру стремятся к совершенствованию систем менеджмента, в то же время параллельно развивается еще один мощный драйвер – технологии искусственного интеллекта. Развитие ИИ прошло несколько этапов: от первых алгоритмов машинного обучения в конце XX века до широкого распространения нейронных сетей и глубокого обучения в 2010-х годах (рис. 1). Прорывным моментом стала цифровая трансформация 2020-х годов, когда технологии ИИ стали доступны массовым пользователям. Особенно значимым этапом стало появление в 2022–2023 гг. крупных языковых моделей (LLM), например «ChatGPT», которые показали новые возможности в области генерации текстов, анализа данных и автоматизации интеллектуальной деятельности. В основном такие решения применялись в образовательной и творческой сферах (написание текстов, помощь студентам при выполнении заданий, генерация изображений, музыки и видео).

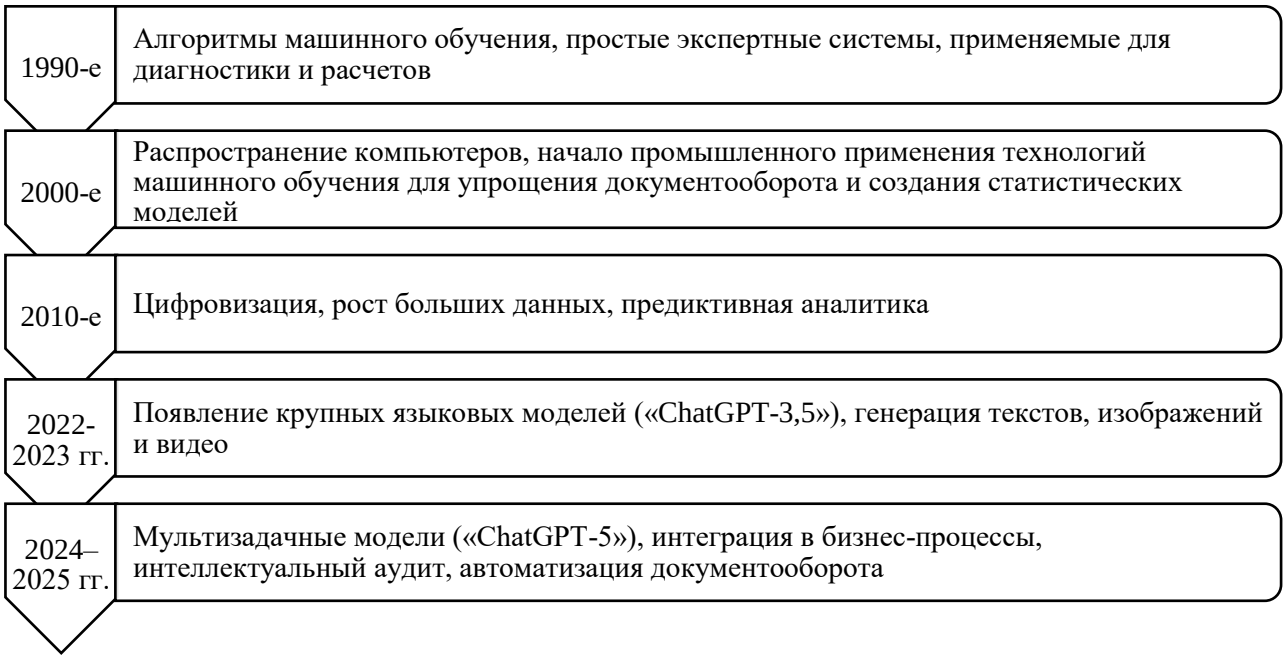


Рис. 1. Этапы развития искусственного интеллекта и области применения [8]

Современные модели, актуальные во второй половине 2025 г., например «ChatGPT-5», «Gemini», «Copilot», «GigaChat», «YandexGPT», «Sora-2», характеризуются существенно возросшими возможностями по обработке естественного языка, мультизадачности и интеграции с внешними источниками данных [9]. Для производственных компаний – автоматизация документирования систем менеджмента, интеллектуальная поддержка процессов внутреннего аудита, прогнозирование рисков и дефектов, моделирование цифровых продуктов и процессов. Помимо этого, технологии ИИ применяются для ускорения работы уже существующих цифровых систем путем анализа больших массивов производственных данных, оптимизации энергопотребления и выработки управленческих решений. Таким образом, за короткий период ИИ превратился из инструмента поддержки рутинных операций в комплексный механизм повышения результативности компаний.

Большинство актуальных стандартов ИСО на системы менеджмента были опубликованы в период с 2015 по 2023 г., когда технологии ИИ еще не обладали высокой степенью зрелости и массового применения. В текстах стандартов отсутствуют прямые требования или рекомендации использования ИИ, однако предоставляется достаточная гибкость при выборе

инструментов и методов управления. Соответственно, внедрение технологий ИИ рассматривается как пример передовой управленческой практики, который позволяет предприятиям демонстрировать лидерство и способствовать обмену опытом, формируя новые подходы к стандартизации и оптимизации систем менеджмента.

Развитие систем менеджмента и стандартизации нельзя рассматривать в отрыве от технологической эволюции, которая, в свою очередь, определяла формы и методы их практической реализации. Системы менеджмента качества, а затем других (экологического, энергетического, информационного) развивались параллельно с изменением инструментальной базы менеджмента: от бумажного документооборота до современных цифровых экосистем и технологий искусственного интеллекта. Предлагаем рассмотреть стадии эволюции систем менеджмента, отражающие взаимосвязь между хронологией появления стандартов ИСО и ключевыми этапами технологического развития. На рис. 2 представлена хронологическая динамика развития систем менеджмента и технологий.

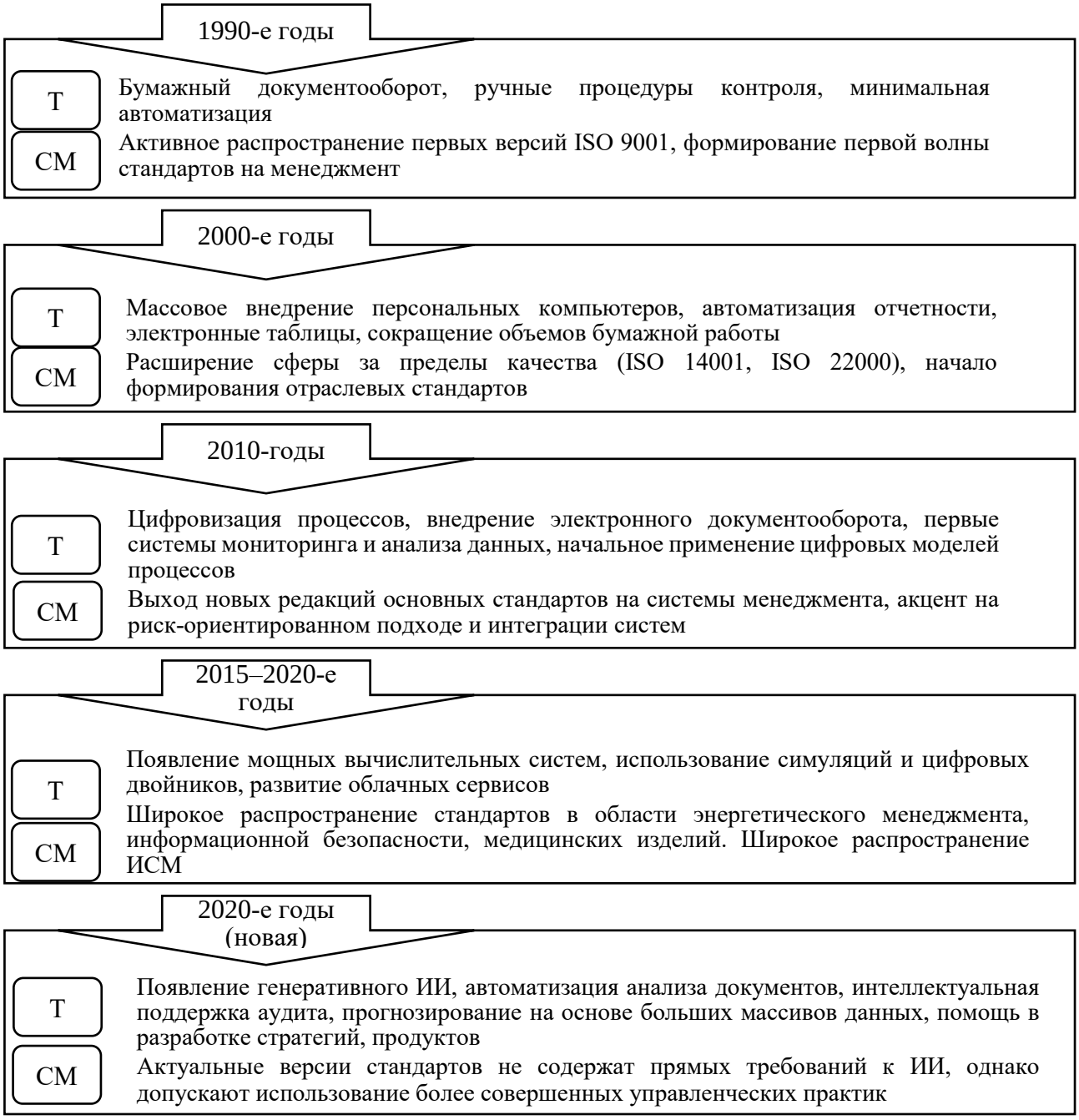


Рис. 2. Этапы взаимного развития систем менеджмента и технологических решений

Таким образом, развитие систем менеджмента и технологий носит взаимосвязанный и взаимодополняющий характер: усложнение требований международных стандартов сопровождалось последовательным переходом от бумажного документооборота к цифровым системам обработки данных. Стремительное развитие технологий ИИ следует рассматривать как одну из ключевых вех в развитии систем менеджмента и стандартизации, сопоставимую с переходом от бумажного документооборота к цифровым платформам. В ряде стран, включая Россию, разрабатываются цифровые стандарты, которые задают ориентиры для применения ИИ в управленческих процессах и обеспечивают прозрачность, воспроизводимость и сопоставимость цифровых решений. Данная тенденция свидетельствует о том, что будущие редакции международных стандартов, вероятно, будут постепенно включать требования к использованию технологий искусственного интеллекта, интегрируя их в базовую структуру систем менеджмента. Для интегрированных систем менеджмента это означает переход к новому уровню зрелости, где ИИ будет системообразующим инструментом, определяющим эффективность, адаптивность и устойчивое развитие предприятия в долгосрочной перспективе.

Цифровизация процессов в ИСМ уже сегодня выходит за рамки автоматизации документооборота и учетных операций. Современные технологии ИИ позволяют перейти к качественно новому уровню обработки информации: анализ формальных показателей и интерпретация контекстных данных, получаемых из различных источников. В этом контексте ИИ способен интегрировать результаты внутренних аудитов, отчетов по качеству, записей совещаний и даже неструктурированных отзывов потребителей или сотрудников, формируя целостную аналитическую картину состояния системы менеджмента. Особое значение приобретает применение технологий ИИ в процессах оценки удовлетворенности заинтересованных сторон, анализа документации и организации совещаний. Автоматизированные системы способны извлекать ключевые выводы из протоколов обсуждений, формировать аналитические сводки, выявлять скрытые проблемы и прогнозировать потенциальные риски. Еще можно анализировать цифровые публикации, экспертные мнения и отраслевые обзоры в целях получения объективного представления о репутации предприятия и результативности его управленческих решений.

Таким образом, внедрение цифровых технологий искусственного интеллекта существенно повышает эффективность процессов менеджмента, обеспечивает более глубокий анализ данных и оперативное принятие управленческих решений. Однако развитие технологий ИИ значительно опережает процессы стандартизации в данной сфере, тем самым обуславливая необходимость формирования единых нормативных подходов и унификации методического инструментария для их корректного и безопасного применения в системах менеджмента. Особенно актуальным данный аспект становится с точки зрения информационной безопасности и управления рисками, поскольку, согласно данным «Allianz Risk Barometer», киберпреступления и утечка данных занимают первую позицию среди глобальных рисков начиная с 2022 г.

Заключение

Проведенное исследование демонстрирует, что интеграция технологий искусственного интеллекта в системы менеджмента является актуальной тенденцией и объективной необходимостью, которая обусловлена динамикой развития международных стандартов и глобальными вызовами цифровой эпохи. Появление ИИ знаменует собой качественно новый этап эволюции управленческих практик, где эффективность предприятий определяется способностью использовать инновационные цифровые инструменты. История развития менеджмента показывает, что преимущества получает тот, кто осваивает новые инструменты раньше других, и в эпоху искусственного интеллекта эта закономерность проявится особенно выраженно.

Список литературы

1. Родионов Д.Г., Данияли С.М., Мокеева Т.В. Формирование интегрированной системы управления в контексте развития инновационного менеджмента // Вестник ГУУ. – 2020. – № 5. – С. 24–31.
2. Илышева М.А., Гайнанов Р.Р., Детков А.А. Основные подходы и проблемы разработки интегрированных систем менеджмента качества в строительной сфере // Московский экономический журнал. – 2021. – № 10. – С. 666–673.
3. Попов М.А. Значение интеграции систем менеджмента в современных условиях // НИР/S&R. – 2023. – № 4 (16)
4. Болдырева А.В., Борзов В.И., Ахрамович А.А. Применение информационных технологий в интегрированной системе менеджмента машиностроительных организаций // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2022. – № 4. – С. 307–312.
5. Русакова Л.Ю., Ходенков А.А. «Бережливое производство» в составе интегрированной системы менеджмента геосинтетического предприятия // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2021. – № 2. – С. 838–840.
6. Исмаилова Р.Н., Горюнова С.М. Трудности внедрения ИСМ на предприятиях медицинской промышленности // Компетентность. – 2021. – № 7. – С. 26–30.
7. The ISO Survey 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.iso.org/the-iso-survey.html (дата обращения: 02.10.2025).
8. Самарцева М.В. Определение понятия искусственного интеллекта на современном этапе развития технологии // Проблемы права. – 2025. – № 2 (98). – С. 43–57.
9. Гиганты искусственного интеллекта: главные игроки рынка и их технологии [Электронный ресурс] // РБК. – Режим доступа: https://trends.rbc.ru/trends/industry/68344d809a7947f481059981 (дата обращения: 02.10.2025).

References

1. Rodionov D.G., Daniyali S.M., Mokeeva T.V. Formation of an integrated management system in the context of innovative management development. Vestnik GUU. 2020. No. 5. pp. 24–31.
2. Ilysheva M.A., Gainanov R.R., Detkov A.A. Main approaches and problems of developing integrated quality management systems in the construction sector. Moscow Economic Journal. 2021. No. 10. pp. 666–673.
3. Popov M.A. The significance of management system integration in modern conditions. NIR/S&R. 2023. No. 4 (16).
4. Boldyreva A.V., Borzov V.I., Akhramovich A.A. Application of information technologies in the integrated management system of mechanical engineering organizations. Izvestiya TulGU. Technical Sciences. 2022. No. 4. pp. 307–312.
5. Rusakova L.Yu., Khodenkov A.A. «Lean production» as part of an integrated management system of a geosynthetic enterprise. Aktualnye problemy aviatsii i kosmonavtiki. 2021. No. 2. pp. 838–840.
6. Ismailova R.N., Goryunova S.M. Difficulties in implementing IMS in medical industry enterprises. Kompetentnost. 2021. No. 7. pp. 26–30.
7. The ISO Survey 2024 [Electronic resource]. Available at: https://www.iso.org/the-iso-survey.html (accessed 02.10.2025).
8. Samartseva M.V. Definition of artificial intelligence at the current stage of technology development. Problemy prava. 2025. No. 2 (98). pp. 43–57.
9. Giants of artificial intelligence: main market players and their technologies [Electronic resource]. RBC. Available at: https://trends.rbc.ru/trends/industry/68344d809a7947f481059981 (accessed 02.10.2025).

Для цитирования
Головина Е.Ю., Богатырева М.В., Якубова А.А. Исследование процессов управления кадровыми рисками в системе менеджмента качества высокотехнологичных предприятий: нечеткая модель FMEA / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 341–349.

УДК 658.5: 005.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВЫМИ РИСКАМИ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ: НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ FMEA

Головина Е.Ю., *канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и цифровых бизнес-технологий, института экономики, управления и права, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Россия, Иркутск*
Богатырева М.В., *канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и цифровых бизнес-технологий, институт экономики, управления и права, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Россия, Иркутск*
Якубова А.А., *аспирант кафедры автоматизации и управления, институт высоких технологий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Россия, Иркутск*

В статье рассматривается проблема интеграции управления кадровыми рисками в систему менеджмента качества (СМК) высокотехнологичных предприятий.
Обосновывается критическое влияние человеческого фактора на стабильность качества продукции и процессов. Представлен адаптированный подход, сочетающий классический FMEA-анализ с теорией нечетких множеств Л. Заде для количественной оценки кадровых рисков. Модель позволяет получить интегральный показатель риска, приоритизировать риски и оптимизировать выбор корректирующих действий.

Ключевые слова: кадровые риски, система менеджмента качества, высокотехнологичное предприятие, человеческий фактор, нечеткая логика, теории нечетких множеств, анализ вероятностей, риск-менеджмент.

RESEARCH OF PERSONNEL RISK MANAGEMENT PROCESSES IN THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF HIGH-TECH ENTERPRISES: FUZZY FMEA MODEL

Golovina E.Yu., *PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Economics and Digital Business Technologies, Institute of Economics, Management, and Law, Irkutsk National Research Technical University, Russia, Irkutsk*
Bogatyreva M.V., *PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Economics and Digital Business Technologies, Institute of Economics, Management, and Law, Irkutsk National Research Technical University, Russia, Irkutsk*
Yakubova A.A., *Postgraduate student at the Department of Automation and Control, Institute of High Technologies, Irkutsk National Research Technical University, Russia, Irkutsk*

The article discusses the problem of integrating personnel risk management into the quality management system (QMS) of high-tech enterprises. The critical impact of the human factor on the stability of product and process quality is substantiated. An adapted approach is presented that combines classical FMEA analysis with L. Zade's fuzzy set theory to quantify personnel risks. The model

allows for obtaining an integrated risk indicator, prioritizing risks, and optimizing the selection of corrective actions.

Keywords: personnel risks, quality management system, high-tech enterprise, human factor, fuzzy logic, fuzzy set theory, probability analysis, risk management.

Современный подход к системе менеджмента качества высокотехнологичных предприятий сталкивается с рядом значительных трудностей, среди которых кадровый риск. По данным отечественных и международных рейтинговых агентств, риски, связанные с кадровыми вопросами, входят в число ключевых угроз, которые могут негативно сказаться на функционировании организаций. В случае отсутствия процесса идентификации и управления такими рисками организации могут столкнуться с рядом серьезных последствий: финансовыми потерями, снижением морального боевого духа сотрудников, снижением качества человеческого капитала, потерей деловой репутации, сокращением объемов работ и другими негативными эффектами.

В теории и практике современных управленческих дисциплин отсутствует ясная методология для работы с кадровыми рисками, что свидетельствует о недостаточном развитии данного научного направления. Поэтому управление кадровыми рисками имеет важное значение и требует активного внимания.

Современные высокотехнологичные предприятия, работающие в сферах аэрокосмической промышленности, машиностроения, фармацевтики, микроэлектроники, функционируют в условиях повышенных требований к качеству продукции. Основой для обеспечения стабильного качества является внедренная и сертифицированная система менеджмента качества (СМК), соответствующая требованиям стандартов ISO 9001.

Проведенный анализ литературных источников позволил выявить, что традиционная методика FMEA, регламентированная стандартами AIAG-VDA [5]. и ГОСТ Р 51814.2 [1], подвергается обоснованной критике в научной среде за ряд методологических ограничений. Ключевым изъяном является проведение математических операций (умножения) с порядковыми баллами параметров S, O и D, что некорректно с позиций метрологии, поскольку баллы представляют собой реперные точки на шкале порядка, а не интервальной или абсолютной шкале [3].

Для преодоления указанных ограничений в научной литературе предлагается ряд подходов, среди которых наиболее перспективным является интеграция FMEA с аппаратом теории нечетких множеств Л. Заде [4]. Данный подход позволяет работать с лингвистической неопределенностью экспертных оценок, формализуя такие качественные суждения, как «высокая вероятность» или «низкая обнаруживаемость».

Значительный вклад в развитие данного направления внесли Мирошников В.В., Борбаць Н.М. и Горленко О.А. [2]. В их работе предложена комплексная методика, в которой представлены:

– вероятность появления дефекта, тяжесть его последствий и обнаруживаемость формализованы как лингвистические переменные;

– строгий математический аппарат на основе α-уровневых множеств для выполнения операций с нечеткими числами и расчета итогового приоритетного числа риска (ПЧР);

– детально описаны процедуры построения функций принадлежности на основе экспертных опросов и семантические правила для генерации производных термов.

Модель, предложенная авторами [2], демонстрирует повышенную точность и позволяет учесть разброс мнений внутри экспертной группы, что является существенным преимуществом перед классическим FMEA.

Вместе с тем следует отметить, что указанное исследование [2], как и большинство других работ в данной области [6, 7], фокусируется на применении нечеткого FMEA для анализа технических систем и производственных процессов (например, в машиностроении).

Научный пробел, на устранение которого направлено настоящее исследование, заключается в отсутствии проработанной методики адаптации нечеткого FMEA-анализа для

управления кадровыми рисками в системе менеджмента качества. Специфика кадровых рисков, связанная с повышенной субъективностью оценок и уникальным характером последствий, требует модификации существующих моделей.

Таким образом, целью данной работы является адаптация и апробация подхода, основанного на теории нечетких множеств [2], для количественной оценки и управления кадровыми рисками в СМК высокотехнологичных предприятий. В отличие от исходной методики в данной работе представлены лингвистические шкалы и функции принадлежности параметров S, O, D калиброваны под специфику кадровых рисков.

Для упрощения практического применения используется модель треугольных нечетких чисел (ТНЧ) и их поэлементное агрегирование, что сохраняет наглядность для специалистов по качеству и менеджеров.

1. Теоретические основы

Отметим, что риск – неотъемлемая часть бизнеса, и избежать его невозможно. Управление рисками подразумевает выявление и подготовку к возможным неудачам с целью минимизации их последствий. Управление рисками необходимо в тех случаях, когда требуется принятие сложных решений. Риски нужно оценивать в самых разных ситуациях, таких как разработка нового продукта, анализ целесообразности изменений, расследование отклонений, оптимизация рабочего пространства или принятие решения о совмещении производственных процессов для разных препаратов. Везде, где есть необходимость выбора между несколькими вариантами и отсутствие четких нормативных требований, играет ключевую роль управление рисками.

Организациям необходимо внедрять управление рисками в свою деятельность, при этом кадровые службы должны уделять особое внимание тем рискам, которые находятся в его зоне ответственности. Важно понимать, что персонал в системе менеджмента качества (СМК) играет ключевую роль в обеспечении эффективности и результативности абсолютно всех процессов организации.

Кадровый риск можно рассматривать как возможность негативного влияния на организацию, вызванного действиями или бездействием сотрудников, которые могут привести к финансовым потерям, репутационным ущербам или другим неблагоприятным последствиям. Это может быть связано с неправильными решениями в области управления персоналом, недостаточной квалификацией работников, нарушениями корпоративной этики, а также мошенническими действиями. Важно учитывать, что кадровые риски могут возникать на разных уровнях организации и иметь различные формы проявления, влияя не только на эффективность работы, но и на общую атмосферу внутри коллектива.

Методология управления кадровыми рисками представляет собой системный подход к управлению рисками, связанными с человеческими ресурсами в организации. Она включает в себя теоретические основы и практические принципы разработки системы обеспечения кадровой безопасности и управления кадровыми рисками. В рамках этой методологии разрабатываются методы и инструменты для анализа управленческих решений, направленных на снижение негативного воздействия рисков на деятельность компании.

Отметим, что в рамках риск-ориентированного подхода, человеческий фактор по-прежнему играет значительную роль в любом производственном процессе.

Вопросы соответствия сотрудников необходимым квалификационным требованиям, поиск новых специалистов для замещения уходящих кадров, как следствие утрата высококвалифицированных сотрудников зачастую требуют оперативного решения. В связи с этим, риск-ориентированный подход позволяет вовремя выявить потенциальные угрозы, которые могут негативно повлиять на эффективность работы сотрудников, а также на достижение стратегических целей компании.

2. Методологическая основа исследования

2.1. Адаптация метода FMEA для анализа кадровых рисков

Классическая методология FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), регламентированная стандартом AIAG-VDA [2. с. 70], была адаптирована для анализа кадровых рисков с учетом их специфики. Адаптация проведена через базовые элементы анализа и заключается в следующем:

1. Вид потенциального отказа (Failure Mode) – нарушение требований к качеству продукции или процесса, вызванное человеческим фактором.

Пример: «Деформация ответственной детали при сборке», «Несоответствие параметров настройки оборудования», «Нарушение временного регламента операции».

2. Причина отказа (Cause) – конкретное проявление кадрового риска.

Пример: «Ошибка оператора-сборщика при установке детали из-за недостаточного практического опыта», «Неверная интерпретация технологом требований чертежа», «Усталость контролера ОТК, приведшая к пропуску дефекта».

3. Последствие отказа (Effect) – воздействие на потребителя (внутреннего или внешнего) или на производственную систему.

Пример: «Нарушение герметичности узла», «Выпуск партии некондиционной продукции», «Простой производственной линии», «Рекламация от заказчика».

Процедура проведения анализа включает формирование межфункциональной группы экспертов (руководитель производства, технологи, инженер по качеству, мастер участка), которая последовательно заполняет таблицу FMEA, идентифицируя отказы, их причины и последствия для каждого критического процесса.

2.2 Математический аппарат нечеткой логики

В качестве математического аппарата для учета неопределенности экспертных оценок применяется подход, предложенный Мирошниковым В.В. и др. [2], основанный на интеграции метода FMEA с теорией нечетких множеств Заде [4].

Так, оценки параметров FMEA формулируются экспертами не в виде точных чисел, а в виде «лингвистических термов» («низкая», «средняя», «высокая»), что более соответствует человеческой логике.

Каждому лингвистическому терму ставится в соответствие треугольное нечеткое число (ТНЧ), математически описывающее его смысл:

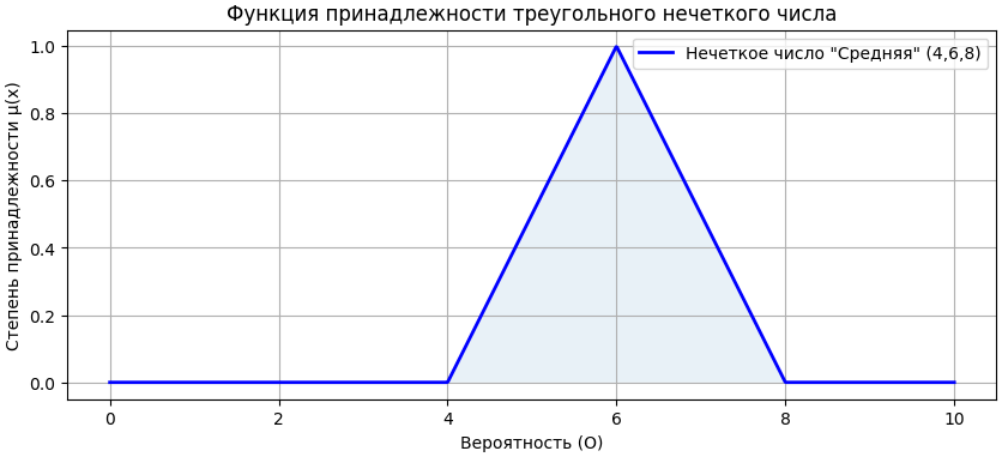
$$\tilde{X} = (x_1, x_2, x_3), \quad (1)$$

где, x_1 – нижняя граница (наименьшее возможное значение оценки), x_2 – ядро (наиболее вероятное значение), x_3 – верхняя граница (наибольшее возможное значение оценки).

Рассмотрим практический пример задания термов для параметра «Вероятность» (Occurrence):

– «Очень низкая» = (1, 1, 2)
– «Низкая» = (2, 3, 4)
– «Средняя» = (4, 5, 6)
– «Высокая» = (6, 7, 8)
– «Очень высокая» = (8, 9, 10)

Тогда функция принадлежности для терма «Средняя» (5, 6, 7) будет визуализироваться следующим образом (см. рисунок):



Функция принадлежности ТНЧ «Средняя вероятность»

Отразим агрегирование мнений экспертов. Если три эксперта оценили вероятность как «Среднюю» (4, 6, 8), «Высокую» (6, 8, 10) и «Среднюю» (4, 6, 8), их мнения не усредняются, а объединяются в новое ТНЧ, что сохраняет информацию о разбросе мнений.

2.3. Определение параметров FMEA

В соответствии со стандартом AIAG-VDA FMEA [5] параметрам даны следующие строгие определения:

Серьезность (Severity – S) – параметр, характеризующий степень воздействия отказа на потребителя (внутреннего или внешнего) после того, как этот отказ произошел. Оценивается исключительно по тяжести последствий без учета вероятности его возникновения или обнаружения.

Шкала – от 1 (незаметно для потребителя) до 10 (катастрофично, нарушает безопасность).

Например, для отказа «Разгерметизация топливной магистрали» последствием является «Отказ двигателя в полете». Эксперты единогласно оценивают S=10.

Вероятность (Occurrence – O) – параметр, характеризующий частоту или вероятность возникновения конкретной причины отказа.

Шкала – от 1 (крайне маловероятно, практически никогда) до 10 (неизбежно, отказ постоянен).

В качестве примера частоты или вероятности возникновения рассмотрим причину «Ошибка оператора при затяжке соединения». Эксперты, зная уровень подготовки персонала и статистику ошибок, как правило, оценивают вероятность как O=6 («Высокая»).

Обнаруживаемость (Detection – D) – параметр, проявляющийся через оценку способности текущих средств контроля обнаружить причину отказа или сам потенциальный отказ до того, как продукция будет передана потребителю.

Здесь важно отметить, что оценивается не вероятность обнаружения, а эффективность существующего контроля.

Шкала – от 1 (контроль почти наверняка обнаружит) до 10 (контроль отсутствует или гарантированно не обнаружит).

Так, например, для контроля операции «затяжка соединения» используется визуальная проверка мастером. Эксперты считают, что этот метод ненадежен, и оценивают D=8.

Таким образом, ключевой принцип, проявляющийся через последовательность параметров S-O-D, является стандартным и отражает приоритетность, где сначала оценивается тяжесть последствий (S), затем частота их причины (O), и лишь затем – способность ее обнаружить (D).

3. Математическая модель оценки рисков

Применяемый в данной работе математический аппарат модели основан на интеграции классического алгоритма FMEA с операциями над треугольными нечеткими числами (ТНЧ). Это позволяет работать с лингвистическими оценками экспертов и учитывать присущую им неопределенность.

3.1. Формализация параметров модели

Так, каждый параметр FMEA (S, O, D) описывается треугольным нечетким числом (ТНЧ):

$$\tilde{P} = (p_1, p_2, p_3), \quad (2)$$

где, p_1 – нижняя граница оценки (минимальное значение); p_2 – ядро числа (наиболее вероятное значение); p_3 – верхняя граница оценки (максимальное значение).

Вместе с тем для лингвистических термов задаются эталонные ТНЧ:

– Низкий уровень (1, 2, 3)
– Ниже среднего (2, 3, 5)
– Средний уровень (4, 5, 6)
– Выше среднего (5, 7, 8)
– Высокий уровень (7, 8, 9)
– Критический уровень (8, 9, 10)

3.2. Агрегирование экспертных оценок

Для агрегирования экспертных оценок используется метод усреднения треугольных нечетких чисел, адаптированный из работы [2].

Так, при агрегировании экспертных оценок мнения k экспертов объединяются путем вычисления среднего нечеткого числа:

$$\tilde{P}_{agg} = (\left(\sum p_{1i}\right)/k\ ,\ \left(\sum p_{2i}\right)/k\ ,\ \left(\sum p_{3i}\right)/k\ ). \quad (3)$$

В качестве примера представим, что 3 эксперта оценили Вероятность (O) как (3,5,7), (4,6,8) и (2,4,6).

Тогда агрегированная оценка будет проявляться следующим образом:

$\tilde{O}_{agg}$ = ((3 + 4 + 2)/3, (5 + 6 + 4)/3, (7 + 8 + 6)/3) = (3.0, 5.0, 7.0)

3.3. Расчет нечеткого приоритетного числа риска

Далее представим формулу расчета приоритетного числа риска:

$$FRPN = \tilde{S} \cdot \tilde{O} \cdot \tilde{D}, \quad (4)$$

Для ТНЧ используем формулу с приближенным значением:

$$FRPN \approx (S_1 \cdot O_1 \cdot D_1,\ S_2 \cdot O_2 \cdot D_2,\ S_3 \cdot O_3 \cdot D_3), \quad (5)$$

Таким образом, расчет нашего примера будет выглядеть как $\tilde{S}$ = (7, 8, 9), $\tilde{O}$ = (5, 6, 7), $\tilde{D}$ = (7, 8, 8)

Тогда приближенное значение нечеткого приоритетного числа риска составит FRPN ≈ (7·5·7, 8·6·8, 9·7·8) = (245, 384, 504).

3.4. Дефаззификация

В качестве итогового значения проводится дефаззификация (приведение к четкости) – одна из ключевых концепций в теории нечетких множеств и нечеткой логике, которая

представляет собой процесс перехода от функции принадлежности выходной лингвистической переменной к ее четкому (числовому) значению в теории нечетких множеств.

Так, для получения количественной оценки риска выполняется преобразование FRPN в четкое число методом центра тяжести:

$$RPN_{crisp} = (s_1 \cdot o_1 \cdot d_1 + s_2 \cdot o_2 \cdot d_2 + s_3 \cdot o_3 \cdot d_3) /3 , \quad (6)$$

Отразим расчет показателя нашего примера $RPN_{crisp} = (245 + 384 + 504)/3 = 377.67 \approx 378$

3.5. Ранжирование рисков

Следующим этапом представим рассчитанные значения RPN_{crisp}, применяемые для приоритизации рисков:

– RPN > 300 – критические риски (требуют немедленных действий);
– 200 < RPN ≤ 300 – высокие риски (требуют планирования мер);
– 100 < RPN ≤ 200 – средние риски (требуют мониторинга);
– RPN ≤ 100 – низкие риски (приемлемы).

4. Практическая апробация модели

Представим практическую апробацию модели, проведенной на примере авиастроительного предприятия – производителя узлов летательных аппаратов.

4.1. Идентификация рисков

В рассматриваемом примере объектом анализа будет выступать процесс сборки ответственного узла из композитных материалов.

Для расчетов применим выявленные риски:

1. Деформация детали при установке;
2. Несоответствие момента затяжки крепежа;
3. Загрязнение поверхности перед склейкой.

4.2. Экспертная оценка параметров

Так, для риска «Деформация детали при установке» 5 экспертов дали оценки, представленные в таблице.

Результаты экспертного опроса

Эксперт	S (Серьезность)	O (Вероятность)	D (Обнаруживаемость)
1	(7, 8, 9)	(4, 5, 6)	(6, 7, 8)
2	(9, 10, 10)	(3, 5, 7)	(7, 8, 9)
3	(6, 8, 9)	(5, 6, 7)	(5, 6, 7)
4	(8, 9, 10)	(4, 5, 6)	(6, 7, 8)
5	(7, 8, 9)	(3, 5, 7)	(7, 8, 9)

4.3. Расчет агрегированных оценок

$\tilde{S}_{agg}$ = ((7+9+6+8+7)/5, (8+10+8+9+8)/5, (9+10+9+10+9)/5) = (7.4, 8.6, 9.4)
$\tilde{O}_{agg}$ = ((4+3+5+4+3)/5, (5+5+6+5+5)/5, (6+7+7+6+7)/5) = (3.8, 5.2, 6.6)
$\tilde{D}_{agg}$ = ((6+7+5+6+7)/5, (7+8+6+7+8)/5, (8+9+7+8+9)/5) = (6.2, 7.2, 8.2)

4.4. Расчет показателей риска

FRPN ≈ (7.4·3.8·6.2, 8.6·5.2·7.2, 9.4·6.6·8.2) ≈ (174.2, 322.0, 507.9)
RPN_{crisp} ≈ (174.2 + 322.0 + 507.9)/3 ≈ 334.7 ≈ 335
Полученное значение RPN≈335 указывает на критический уровень риска.

5. Алгоритм управления рисками

5.1 Разработка корректирующих действий

В рассматриваемом примере для снижения риска предложены мероприятия по двум параметрам – O и D.

Так, для снижения Вероятности (O) предложено внедрение тренажера для отработки навыков сборки, дополнительное обучение по работе с композитными материалами, а также стандартизация операций сборки.

Вместе с тем для улучшения Обнаруживаемости (D) было предложено внедрение контрольного шаблона для проверки геометрии, использование динамометрического ключа с записью параметров и введение операционного аудита.

5.2. Оценка эффективности мероприятий

Проведенная повторно экспертная оценка показала, что внедрение мероприятий было эффективным и позволило достичь следующих значений параметров O и D, и расчетного показателя метода дефаззификации RPN:

$\tilde{O}_{new}$ = (2.5, 3.5, 4.5) (снижение на ≈30%);

$\tilde{D}_{new}$ = (3.0, 4.0, 5.0) (улучшение на ≈45%);

$\tilde{S}_{new}$ = (7.4, 8.6, 9.4) (без изменений).

$FRPN_{new} \approx (7.4 \cdot 2.5 \cdot 3.0, 8.6 \cdot 3.5 \cdot 4.0, 9.4 \cdot 4.5 \cdot 5.0) \approx (55.5, 120.4, 211.5)$.

$RPN_{new} = (55.5 + 120.4 + 211.5)/3 \approx 129.1 \approx 129$.

5.3. Анализ результатов

$\Delta RPN = 335 – 129 = 206$ (снижение на 61,5%).

5.4. Цикл непрерывного улучшения

Важно отметить, что алгоритм управления рисками предлагается интегрировать в процесс СМК через известный цикл PDCA:

1. Планирование (Plan) – проявляется через ежегодный пересмотр реестра рисков;
2. Выполнение (Do) – характеризует внедрение запланированных мероприятий;
3. Проверка (Check) – заключается в оценке эффективности через пересчет RPN;
4. Действие (Act) – стандартизация успешных практик.

Таким образом, представленный авторский алгоритм позволяет системно управлять кадровыми рисками и интегрировать их в процессы менеджмента качества предприятия, обеспечивая проактивный подход к обеспечению качества продукции.

Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Методика FMEA-анализа на основе теории нечетких множеств доказала свою эффективность для количественной оценки кадровых рисков, позволяя преодолеть ограничения, связанные с субъективностью традиционных экспертных методов.

2. Интегральный показатель RPN является надежным инструментом для приоритизации рисков, обеспечивая обоснованное распределение ресурсов на корректирующие и предупреждающие действия.

3. Апробация модели на реальном примере показала ее высокую практическую эффективность, подтвержденную значительным снижением (на 61,5%) уровня ключевого риска после внедрения разработанных мероприятий.

4. Интеграция методики в цикл PDCA СМК создает основу для проактивного управления человеческим фактором, что вносит прямой вклад в повышение стабильности качества и конкурентоспособности предприятия.

Разработанная модель, основанная на принципах нечеткого FMEA [2], доказала свою эффективность и представляет собой готовый инструмент для внедрения в практику управления рисками в рамках СМК.

Список литературы

1. ГОСТ Р 51814.2–2001. Системы качества в автомобилестроении. Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов – Введ. 2001-09-14. – М.: Изд-во стандартов, 2001.
2. Мирошников В.В. Развитие FMEA-анализа на основе использования теории нечетких множеств / В.В. Мирошников, Н.М. Борбаць, О.А. Горленко // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2014. – № 4(44). – С. 153–163.
3. Шишкин, И.Ф. Теоретическая метрология. Ч. 1. Общая теория измерений [Текст] / И.Ф. Шишкин. – СПб.: Питер, 2010.
4. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений [Текст] / Л. Заде. – М.: Мир, 1976.
5. AIAG-VDA FMEA Handbook. Univ., (2019).
6. Bowles J.B. Fuzzy logic prioritization of failures in a system failure mode, effects and criticality analysis / J.B. Bowles, C.E. Pelaez // Reliability Engineering & System Safety. – 1995. – Vol. 50. – Pp. 203–213.
7. Liu H.C. FMEA using uncertainty theories and MCDM methods [Текст] / H.C. Liu. – Cham : Springer, 2016.

References

1. GOST R 51814.2–2001. Quality systems in the automotive industry. The method of analyzing the types and consequences of potential defects is introduced. 2001-09-14. Moscow: Publishing House of Standards, 2001.
2. Miroshnikov, V.V. Development of FMEA analysis based on the use of fuzzy set theory / V.V. Miroshnikov, N.M. Borbats, O.A. Gorlenko // Bulletin of the Bryansk State Technical University. – 2014. – № 4(44). – Pp. 153–163.
3. Shishkin, I.F. Theoretical metrology. Part 1. General theory of measurements [Text] / I.F. Shishkin. – St. Petersburg: Peter, 2010.
4. Zadeh, L. The concept of a linguistic variable and its application to making approximate decisions [Text] / L. Zadeh. Moscow: Mir, 1976.
5. AIAG-VDA Handbook on FMEA. University, (2019).
6. Bowles J.B. Prioritization of failures using fuzzy logic in the system failure mode, analysis of consequences and criticality / J.B. Bowles, K.E. Pelaez // Reliability engineering and system security. – 1995. – Volume 50. – Pp. 203–213.
7. Liu H.S. FMEA using uncertainty theories and MCDM methods [Text] / H.S. Liu. – Cham: Springer, 2016.

Для цитирования
Головина Е.Ю., Туркова В.Н., Архипова А.Н. Сетецентрическое управление рисками как механизм обеспечения перехода высокотехнологичных предприятий к модели циркулярной экономики / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 350–356.

УДК 658.5

СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ КАК МЕХАНИЗМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРЕХОДА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ К МОДЕЛИ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ

Головина Е.Ю., *канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и цифровых бизнес-технологий, института экономики, управления и права, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Россия, Иркутск*
Туркова В.Н., *старший преподаватель кафедры юриспруденции института экономики, управления и права, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Россия, Иркутск*
Архипова А.Н., *старший преподаватель кафедры юриспруденции института экономики, управления и права, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Россия, Иркутск*

Исследуется трансформация бизнес-моделей высокотехнологичных предприятий под влиянием ESG-повестки. Доказывается неспособность традиционных подходов управлять рисками, связанными с ресурсными и экологическими вызовами. В качестве решения предлагается интеграция принципов циркулярной экономики через сетцентрическую парадигму управления. На примере Евразийской технологической группы раскрывается механизм, при котором сетецентрическое управление рисками становится драйвером перехода к замкнутым производственным циклам. Анализируются кейсы внедрения, измеряемые эффекты и представлена система метрик для оценки эффективности.

Ключевые слова: циркулярная экономика, сетецентрическое управление, управление рисками, высокотехнологичное предприятие, устойчивое развитие, жизненный цикл продукции, Евразийская технологическая группа, досмотровое оборудование.

NETWORK-CENTRIC RISK MANAGEMENT AS A MECHANISM FOR HIGH-TECH ENTERPRISES TO TRANSITION TO A CIRCULAR ECONOMY

Golovina E.Yu., *PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Economics and Digital Business Technologies, Institute of Economics, Management, and Law, Irkutsk National Research Technical University, Russia, Irkutsk.*
Turkova V.N., *Senior Lecturer at the Department of Jurisprudence at the Institute of Economics, Management, and Law, Irkutsk National Research Technical University, Russia, Irkutsk.*
Arkhipova A.N., *Senior Lecturer at the Department of Jurisprudence at the Institute of Economics, Management, and Law, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Irkutsk National Research Technical University", Russia, Irkutsk*

The article explores the transformation of business models of high-tech enterprises under the influence of the ESG agenda. It demonstrates the inability of traditional approaches to manage risks associated with resource and environmental challenges. As a solution, the article proposes the integration of the principles of the circular economy through a network-centric management paradigm. Using the example of the Eurasian Technology Group, the article reveals the mechanism by which network-centric

risk management becomes a driver for the transition to closed production cycles. The article analyzes implementation cases, measures the effects, and presents a system of metrics for evaluating the effectiveness of the activity.

Keywords: circular economy, network-centric management, risk management, high-tech enterprise, sustainable development, product life cycle, Eurasian Technology Group, and inspection equipment.

Современная промышленность, в особенности высокотехнологичный сектор, столкнулась с парадигмальным вызовом. Исчерпание модели линейной экономики – «take, make, dispose» («бери, производи, выбрасывай») – проявляется в росте волатильности цен на стратегические материалы (редкоземельные металлы, компоненты микроэлектроники), ужесточении экологических норм (например, Европейский зеленый курс – EU Green Deal) и формировании спроса на ответственное производство со стороны государственных и корпоративных заказчиков.

Для таких компаний, как Евразийская технологическая группа (ЕТГ), чья продукция (криминалистические лаборатории, рентгенотелевизионные досмотровые комплексы, промышленные сканеры) имеет длительный жизненный цикл и высокую наукоемкость, эти риски носят стратегический характер. Прерывание цепочек поставок, рост себестоимости и невозможность выхода на международные рынки из-за несоблюдения экологических стандартов напрямую угрожают конкурентоспособности. Ответом на эти вызовы является циркулярная экономика (Circular Economy, CE), нацеленная на создание замкнутых систем, минимизирующих отходы и максимизирующих полезность материалов и продукции на всех этапах жизненного цикла [2]. Однако, как показывают J. Kirchherr и др., единственного общепринятого определения CE не существует, что осложняет ее операционализацию на практике [3].

Вместе с тем основной барьер для перехода – высокая сложность и комплексность рисков, которыми невозможно управлять разрозненными усилиями отдельных департаментов. Требуется новая управленческая платформа, способная интегрировать потоки данных, знания и интересы всех стейкхолдеров. Такой платформой, как показано в данном исследовании, выступает сетецентрическое управление рисками (Network-Centric Risk Management, NCRM).

Сущность сетецентрического управления рисками в контексте циркулярной экономики.

Сетецентрическое управление – это парадигма, при которой достижение превосходства и эффективности обеспечивается за счет создания информационно-обогащенной среды взаимодействия всех участников сети (как внутренних, так и внешних), что приводит к значительному повышению скорости принятия решений и их обоснованности [1]. Alberts & Hayes утверждают, что такой подход обеспечивает «власть к краю» (Power to the Edge), наделяя всех участников сети информацией и полномочиями для действий в быстро меняющейся обстановке.

Применительно к управлению рисками NCRM предполагает переход от silo-подхода (когда рисками занимаются изолированные подразделения: закупки, производство, экологическая служба) к единой распределенной сети. В этой сети в режиме, близком к реальному времени, циркулирует информация о рисках на всех этапах жизненного цикла продукта. Это напрямую согласуется с концепцией создания общих ценностей (Creating Shared Value) Портера и Крамера, где компания достигает конкурентных преимуществ, решая социальные и экологические проблемы, что является сутью CE [5]. Ниже представим варианты возникновения наиболее вероятных рисков:

– НИОКР (научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы) – вероятность возникновения рисков будущей неремонтопригодности, невозможности модернизации или утилизации.

– Закупки – высокие риски поставок критических материалов, их экологическая сертификация.

– Производство – наличие рисков образования безвозвратных отходов, перерасхода энергии.

– Эксплуатация у клиента – риски преждевременного морального или физического устаревания.

– Утилизация – риски, связанные с законодательством об ответственности.

Интеграция принципов CE (R-стратегии: Refuse – Отказываться, Reduce – Сокращать, Reuse – Повторно использовать, Repair – Ремонтировать, Refurbish – Реставрировать/Обновлять, Remanufacture – Воспроизводить, Repurpose – Находить новое применение, Recycle – Перерабатывать) в такую сеть превращает управление рисками из защитной функции в проактивный драйвер создания стоимости. Как подчеркивают Lieder & Rashid, успешная имплементация CE в промышленности требует системного подхода, учитывающего всю цепочку создания стоимости [4], что идеально обеспечивается сетецентрической архитектурой.

До перехода на новую модель компания сталкивалась с типичными для линейной модели проблемами:

1. Высокая зависимость от импорта компонентов, проявляющаяся через сбои в поставках микроэлектроники и, как следствие, сказывающаяся на выполнении госзаказов.

2. Рост затрат на утилизацию, когда оборудование, отслужившее срок, создавало финансовые и репутационные риски из-за сложности утилизации.

3. Давление клиентов. Крупные заказчики (таможенные службы, логистические компании) начали требовать предоставления жизненного цикла услуги, а не оборудования, включая его сервис, модернизацию и утилизазацию.

Реализация модели NCRM-CE в ЕТГ включала следующие этапы:

Этап 1 – Создание информационного контура.

В компании была внедрена сквозная PLM-система (Product Lifecycle Management), интегрированная с CRM (управление взаимоотношениями с клиентами), ERP (планирование ресурсов предприятия) и MES (система управления производственными операциями). Каждое изделие (например, досмотровой рентгеновский комплекс «Аргумент-М») получило цифровой паспорт, в который на протяжении всего жизненного цикла вносится информация о используемых материалах, ремонтах, заменах компонентов.

Этап 2 – Формирование сетевой структуры управления рисками.

Вместо отдельного департамента рисков был создан виртуальный ситуационный центр, объединяющий специалистов по закупкам, инженеров-конструкторов, технологов, экологов, сервисных инженеров и даже представителей ключевых поставщиков и клиентов. Этот центр на основе данных из цифровых паспортов и внешних источников (биржевые котировки, изменения законодательства) в режиме реального времени оценивает риски и возможности, реализуя на практике принципы, описанные Alberts & Hayes [1].

Этап 3 – Внедрение циркулярных бизнес-моделей на основе данных NCRM.

На основе анализа данных сетевой структуры были запущены пилотные проекты, что является практической реализацией перехода от теории к имплементации, как это предлагается в работе Lieder & Rashid [4]. Ниже представим перечень возможных рисков и соответствующие им циркулярные решения:

– Риск – прерывание поставок чипов для блоков обработки изображений.

Циркулярное решение (Reuse, Remanufacture): Разработана программа возврата вышедшего из строя оборудования. Из него извлекаются исправные компоненты, которые после тестирования и сертификации используются для ремонта других комплексов или создания систем категории «бюджет». Риск дефицита нивелирован, создан новый источник доходов.

– Риск – рост стоимости и экологических сборов на алюминиевые сплавы (корпуса оборудования).

Циркулярное решение (Recycle, Redesign): Инженеры-конструкторы, получив от службы закупок сигнал о росте риска, пересмотрели дизайн корпусов в сторону облегчения и стандартизации форм для упрощения последующей переплавки. Заключены долгосрочные

контракты с перерабатывающими заводами на поставку вторичного алюминия. Риск роста себестоимости взят под контроль.

– Риск – потеря клиентов из-за морального устаревания оборудования.

Циркулярное решение (Refurbish, Upgrade): Внедрена сервисная модель «Оборудование как услуга» (X-as-a-Service). Клиент оплачивает не единовременную покупку, а подписку на функцию досмотра. Это мотивирует компанию проектировать легкомодернизируемые системы и активно предлагать клиентам программы апгрейда, возвращая старые модули в производственный цикл, создавая тем самым общую ценность для компании и клиента [5]. Риск потери клиента трансформирован в возможность долгосрочного партнерства.

Внедрение сетецентрического управления рисками как основы циркулярной экономики позволило ЕТГ достичь измеримых результатов за 3 года через экономические, экологические и стратегические показатели.

Экономические – проявились через снижение зависимости от первичных материалов на 25%, а также через создание нового прибыльного направления по реманufактурингу и сервису с долей в выручке 15%.

Экологические – произошло сокращение отходов производства, направляемых на полигоны, на 40% и снижение углеродного следа продукции на 18%.

Стратегические – характеризуются повышением устойчивости цепочки поставок; усилением конкурентных позиций на международных тендерах за счет соответствия принципам ESG.

Ключевым выводом является то, что NCRM не просто снижает риски, а трансформирует их в возможности. Риск утилизации становится возможностью реманufактуринга, риск дефицита материалов – стимулом для редизайна и перехода на вторичное сырье. Этот переход от управления рисками к управлению возможностями через призму CE является практическим воплощением экономической рациональности, описанной Фондом Эллен Макартур [2], и преодолением терминологической неоднозначности, отмеченной J. Kirchherr и др. [3], за счет четкой операционализации в бизнес-процессах.

Важно отметить, что разработка метрик является критически важным шагом для внедрения и валидации любой сложной управленческой модели. Далее представим комплексную авторскую систему метрик для оценки эффективности интеграции NCRM и CE, а также для измерения влияния на инновационную активность.

Интеграция NCRM и CE – это не просто сумма двух подходов, а синергетическая система. Ее эффективность нельзя измерить одним универсальным показателем. Требуется сбалансированная система метрик (Balanced Scorecard), охватывающая четыре ключевых аспекта, таких как эффективность сети, циркулярность потоков, экономическая ценность и инновационная активность.

Так, метрики, представленные в табл. 1, оценивают, насколько хорошо функционирует сама сетевая структура по выявлению и управлению рисками.

Таблица 1

Метрики эффективности Сетецентрического Управления Рисками (NCRM)

Группа метрик	Конкретные показатели (KPI)	Метод расчета / Источник данных
Скорость и качество реакции сети	1. Время от выявления риска до реализации mitigating action – меры по снижению риска (в днях/часах). 2. Процент рисков, выявленных проактивно (до их материализации). 3. Частота пересмотра карты рисков (раз в квартал/месяц).	1. Анализ логов в PLM/ERP-системе. 2. (Кол-во рисков из проактивного мониторинга / Общее кол-во выявленных рисков) * 100%. 3. Внутренний регламент работы ситуационного центра.

Группа метрик	Конкретные показатели (KPI)	Метод расчета / Источник данных
Глубина и качество информационного обмена	1. Индекс связанности стейкхолдеров (количество отделов/внешних партнеров, регулярно участвующих в сеансах NCRM). 2. Коэффициент использования цифрового паспорта изделия (полнота заполнения, частота запросов к данным). 3. Уровень автоматизации оповещений о рисках.	1. Социограмма участников сетевых сеансов. 2. Аналитика использования PLM-системы. 3. (% уведомлений, сгенерированных системой автоматически).
Эффективность управления конкретными рисками	1. Снижение индекса зависимости от критических импортных материалов (например, по стоимости или номенклатуре). 2. Сокращение случаев срыва поставок/производства из-за непредвиденных обстоятельств.	1. (1 – (Стоимость крит. импорта в периоде t / Стоимость крит. импорта в периоде t-1)) * 100%. 2. Данные из ERP-системы.

Далее рассмотрим метрики эффективности Циркулярной Экономики (CE), которые фокусируются на результате – степени замкнутости материальных и энергетических потоков (табл. 2). При этом используется классификация Циркулярного перехода (Circularity Transition Index, CTI).

Таблица 2

Метрики эффективности Циркулярной Экономики (CE)

Уровень циркулярности	Конкретные показатели (KPI)	Метод расчета / Источник данных
Цикл продуктов и материалов	1. Доля вторичных и возобновляемых материалов в себестоимости продукции (% по стоимости). 2. Уровень ремануфактуринга и апсайклинга (количество единиц возвращенной продукции, прошедшей ремонт/модернизацию). 3. Коэффициент циркулярности продукта (по методике Ellen MacArthur Foundation).	1. Данные отдела закупок и бухгалтерии. 2. Данные сервисного подразделения. 3. (Масса вторичных компонентов в продукте / Общая масса продукта) * 100%.
Цикл отходов	1. Производственные отходы, направленные на полигоны (тонн/год). 2. Индекс рециклинга (% отходов производства, отправленных на переработку). 3. Эффективность использования материалов (MCE).	1, 2. Данные экологической службы, отчетность по отходам. 3. (Стоимость материалов в готовой продукции / Стоимость всех закупленных материалов) * 100%.
Бизнес-модель	1. Доход от циркулярных бизнес-моделей (сервисные контракты, лизинг, ремануфактуринг) в общей выручке (%). 2. Количество клиентов, использующих модель «Продукт-как-услуга» (XaaS).	1. Данные финансового отдела. 2. Данные из CRM-системы.

Выше отмечалось, что интеграция NCRM и CE представляется как синергетическая система, поэтому метрики интеграции являются ключевыми. Данные метрики, представленные в табл. 3, показывают, как сетецентричное управление рисками непосредственно генерирует циркулярные результаты.

Таблица 3

Синергетические метрики интеграции NCRM и CE

Направление воздействия	Конкретные показатели (KPI)	Метод расчета / Интерпретация
Трансформация рисков в возможности	1. Количество запущенных циркулярных проектов, инициированных по данным NCRM (например, проект по реманufактурингу, запущенный после сигнала о риске дефицита чипов). 2. Экономия от предотвращенных потерь благодаря циркулярным мерам (руб./год).	1. Отчеты ситуационного центра, протоколы совещаний. 2. Расчетная величина: (Потенциальные убытки от материализовавшегося риска * Вероятность) – Затраты на циркулярное mitigating action.
Сквозная прозрачность жизненного цикла	1. Уровень отслеживаемости материалов (% материалов в продукте, чье происхождение и состав известны). 2. Полнота данных в цифровом паспорте для целей CE (наличие информации о разборке, ремонтопригодности, составе).	1. Данные из системы управления цепочками поставок (SCM). 2. Экспертная оценка по заданному чек-листу.

Авторы предполагают, что интеграция NCRM и CE создает среду, стимулирующую не только технологические, но и бизнес-модельные и управленческие инновации; в связи с этим в табл. 4 отражены метрики влияния на инновационную активность предприятия.

Таблица 4

Метрики влияния на инновационную активность предприятия

Тип инноваций	Конкретные показатели (KPI)	Метод расчета / Интерпретация
Технологические инновации	1. Количество поданных патентов и заявок на полезные модели, связанных с CE (например, патенты на легкоразборные соединения, методы рециклинга специфических материалов). 2. Доля R&D-бюджета, направленная на проекты в области CE. 3. Внедрение новых производственных процессов, снижающих отходы.	1. Данные патентного отдела. 2. Данные финансового и R&D-отделов. 3. Внутренние отчеты о внедрении.
Бизнес-модельные инновации	1. Количество новых циркулярных бизнес-моделей, запущенных в эксплуатацию (XaaS, платформы по обмену компонентами и т.д.). 2. Доля выручки от продуктов/услуг, которых не существовало 3 года назад (показатель обновления портфеля).	1. Данные отдела стратегического развития. 2. Данные финансового отдела.
Управленческие инновации	1. Вовлеченность сотрудников в кросс-функциональные рабочие группы NCRM-CE (% сотрудников, участвующих в таких группах). 2. Количество принятых стратегических решений, основанных на анализе данных из цифровых паспортов изделий. 3. Индекс зрелости организационной культуры, поддерживающей CE (измеряется с помощью внутренних опросов).	1. Данные HR-отдела. 2. Анализ протоколов стратегических сессий. 3. Регулярные анонимные опросы сотрудников.

В рамках реализации практического применения разработанных метрик для Евразийской технологической группы предлагается создать Цифровую панель управления (Dashboard)

«NCRM-CE Интеграция», которая в режиме реального времени агрегировала бы ключевые показатели. Данная панель управления включает три уровня:

1. Верхний уровень – сводный индекс эффективности (рассчитываемый как средневзвешенное ключевых KPI из групп 1, 2 и 4).

2. Средний уровень – группы метрик (Эффективность сети, Циркулярность, Инновации) с тревожными индикаторами (зеленый/желтый/красный).

3. Детальный уровень – возможность «дриллдауна» (детализации) до конкретных проектов (например, «Проект реманufактуринга блоков обработки изображений» с его индивидуальными KPI).

В качестве примера вычисленных эффектов отразим ситуацию, когда система NCRM зафиксировала рост цен на алюминий (Риск № 47). В качестве решения был запущен циркулярный проект по редизайну корпусов и организации замкнутого цикла алюминия. В результате были получены следующие показатели:

– Метрика NCRM – время от регистрации риска до утверждения ТЗ на редизайн – 15 дней (вместо 90 ранее).

– Метрика CE – доля вторичного алюминия в новых корпусах выросла до 40%.

– Синергетическая метрика – экономия на закупках первичного алюминия – 25 млн руб. в год.

– Метрика инноваций – подана заявка на полезную модель «Быстросъемный корпус досмотрового комплекса».

Таким образом, опыт Евразийской технологической группы демонстрирует, что для высокотехнологичных предприятий с длинным жизненным циклом продукции переход к циркулярной экономике является не данью моде, а стратегической необходимостью. Однако успех этого перехода невозможен без коренной перестройки системы управления. Сетецентрическое управление рисками, теоретической основой которого послужили работы Alberts & Hayes [1], выступает той самой инфраструктурой и драйвером, который обеспечивает целостное видение, проактивное принятие решений и синергию между всеми участниками цепочки создания стоимости, как того требует системный подход Lieder & Rashid [4].

Предложенная авторами система метрик позволяет перейти от качественных описаний преимуществ интеграции NCRM и CE к количественному измерению их эффективности. Она носит гибкий характер и может быть адаптирована под специфику любого высокотехнологичного предприятия. Для ЕТГ такая система станет не только инструментом контроля, но и мощным средством стратегического управления, наглядно демонстрирующим, как управление рисками, построенное на принципах сетевого взаимодействия, напрямую способствует созданию устойчивой, инновационной и экономически эффективной бизнес-модели циркулярной экономики.

Список литературы / References

1. Alberts, D. S., & Hayes, R. E. (2003). Power to the Edge: Command and Control in the Information Age. CCRP Publication Series.
2. Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the Circular Economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition.
3. Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. Resources, Conservation and Recycling, 127, 221–232.
4. Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. Journal of Cleaner Production, 115, 36-51.
5. Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2011). Creating shared value. Harvard business review, 89(1/2), 62–77.

Для цитирования
Гусев Д.А. Разработка процессной модели управления строительной организацией на основе нотации BPMN / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 357–362.

УДК 658.562.69

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССНОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ НА ОСНОВЕ НОТАЦИИ BPMN

Гусев Д.А., *аспирант, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Россия, Самара*

В статье рассматривается подход к построению процессной и функциональной моделей деятельности строительной организации с использованием нотации BPMN. Актуальность исследования обусловлена отсутствием системного подхода к управлению качеством и процессами на средних и малых строительных предприятиях. Предложена многоуровневая модель, включающая девять ключевых бизнес-процессов: от постановки задачи до завершения цикла аутсорсинга. Описаны роли участников, ресурсы, входы и выходы процессов, а также управляющая документация. Модель позволяет стандартизировать деятельность, повысить качество услуг и эффективность взаимодействия между структурными подразделениями.

Ключевые слова: Аутсорсинг, BPMN, процессное управление, строительная организация, бизнес-моделирование, управление качеством, аутсорсинг, стандартизация процессов, жизненный цикл проекта.

DEVELOPMENT OF A PROCESS MODEL FOR CONSTRUCTION MANAGEMENT BASED ON BPMN NOTATION

Gusev D.A., *postgraduate, Samara State Technical University, Russia, Samara*

The article discusses an approach to building process and functional models for construction company activities using BPMN notation. The relevance of the study is due to the lack of a systematic approach to quality and process management in small and medium-sized construction enterprises. A multi-level model is proposed, comprising nine key business processes: from task setting to the completion of the outsourcing cycle. The roles of participants, resources, process inputs and outputs, as well as management documentation, are described. The model helps standardize activities, improve service quality, and enhance the efficiency of interaction between structural divisions.

Keywords: BPMN, process management, construction organization, business modeling, quality management, outsourcing, process standardization, project lifecycle.

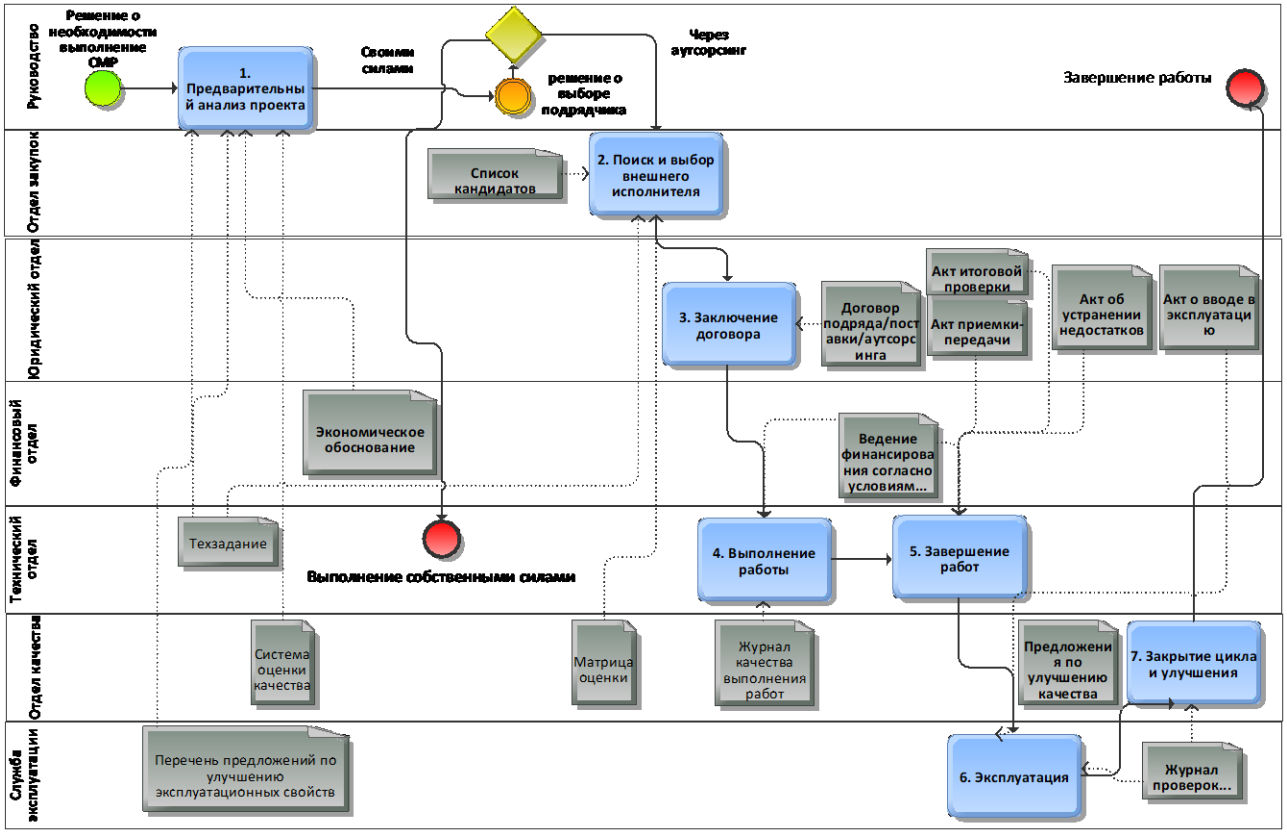
Строительный рынок сегодня представляет собой сложный механизм с огромным количеством внешних факторов. В текущих экономических реалиях строительная сфера – это не только строительство жилых многоквартирных домов, но и промышленное строительство. У строителей нет универсального и единого решения для всех случаев и объектов, каждый объект уникальный. Однако крупные компании поддерживают высокие стандарты качества. На этих предприятиях управление качеством осуществляется на всех производственных этапах в соответствии с требованиями стандарта ISO 9001.

Однако на большинстве средних и особенно малых стройках подобные системы управления качеством, соответствующие современным стандартам, отсутствуют. В лучшем случае можно встретить лишь отдельные элементы, заимствованные из практики крупных компаний. В условиях сложной экономической ситуации в погоне за экономией потребители (частные лица и организации) все чаще обращаются к более мелким компаниям и частным

рабочим, ожидая высокого качества услуг, что зачастую не соответствует действительности. Поэтому важно предложить таким предприятиям простой, но эффективный подход к управлению строительных процессов, который будет иметь четкую структуру и сосредоточится на удовлетворении потребностей клиентов с высоким качеством выполняемых работ [1].

Обобщенная универсальная схема или процессная модель деятельности предприятия на самом верхнем уровне состоит из следующих основных бизнес-процессов (рисунок):

1. Предварительный анализ проекта и принятие решения об участии/выполнении (постановка задачи, анализ и оценка рисков, экономическая составляющая, сбор информации из отделов о возможности выполнения работ).
2. Поиск внешнего исполнителя (если работа или задача отдается на субподряд), его оценка и выбор [2].
3. Заключение договоров (юридическое и бухгалтерское сопровождение проекта).
4. Процесс выполнения работы/задачи.
5. Завершение работ (сдача работы субподрядчиком и приемка заказчиком).
6. Эксплуатация (в том числе с выполнением гарантийных обязательств).
7. Закрытие цикла аутсорсинга и совершенствование процесса.



Процессная модель деятельности строительной организации

Верхний уровень модели описывает общие параметры строительной организации – входы/выходы (табл. 1), задействованные ресурсы (табл. 2), управляющие элементы (управляющая и рабочая документация), роль и функции-действия каждого из участников процесса (табл. 3).

Каждый из основных бизнес-процессов включает в себя несколько подпроцессов, которые, в свою очередь, также включают в себя несколько этапов. Таким образом, формируется многоуровневая модель управления организацией.

Таблица 1

Входы-выходы уровня А-0

Входы	Название этапа	Выходы
Решение о необходимости выполнения строительно-монтажных работ	Выполнение СМР (аутсорсинг): Сбор информации из отделов Поиск и выбор внешнего исполнителя Заключение договора Выполнение работы Завершение работы Эксплуатация Закрытие цикла и улучшения	Завершение работы переданных на аутсорсинг

Таблица 2

Ресурсы уровня А-0

Вид ресурса	Перечень ресурсов
Люди	Руководитель, начальники отделов (юротдел, финансовый отдел, отдел качества, отдел закупок, технический отдел, служба эксплуатации), юристы, экономисты, HR специалисты, специалисты по закупкам и торгам, начальники участков, рабочие
Оборудование и материалы	Компьютер (с необходимым для офисной работы программным обеспечением – например, MS Word, MS Excel, AutoCAD, 1С предприятие и др. программы), оргтехника (сканер, копир, телефон мобильный и городской, принтер, плоттер, проектор, факс), локальная сеть с выходом в интернет. Специальное программное обеспечение Канцелярские принадлежности, бумага и другие материалы. Специализированное оборудование, материалы и инструменты
Производственная среда	Оборудованные для сотрудников и клиентов офисные помещения (столы, стулья, монитор и т.п.)

Нормативная и управляющая документация:

1. Документы по организации и планированию:
   – Техническое задание.
   – Экономическое обоснование.
   – План мероприятий по улучшению цикла.
2. Договорная и юридическая документация:
   – Договор на оказание услуг.
   – Акты плановых и внеплановых проверок (со стороны заказчика и государственных органов).
3. Исполнительная и приемо-сдаточная документация:
   – Акт приема-передачи материалов и объекта.
   – Сдаточный акт.
   – Акт приемки-передачи объекта.
   – Акт проверки качества.
   – Акт о вводе объекта в эксплуатацию.
4. Документы по качеству и гарантиям:
   – Акт о выявлении недостатков в период гарантийной эксплуатации.
   – Акт об устранении недостатков.
   – Акт о выполнении гарантийного ремонта.
   – Отчет о проверке выполненных мероприятий по улучшению.

5. Финансовая и бухгалтерская документация:
   – Форма КС-1, КС-2, КС-3.
   – Счет на оплату.
   – Счета-фактуры.
   – Универсальные платежные документы (УПД).
   – Акты сверок взаиморасчетов.
6. Технические и эксплуатационные документы:
   – СТП по строительству и эксплуатации зданий и сооружений.
   – Отчет о движении материалов.

Основные функции-действия участников процедуры представлены в табл. 3. Более подробно и наглядно их роль будет видна при описании каждого из 7 основных этапов бизнес-процесса.

Согласно данной модели первый этап – сбор информации из отделов. Этап № 1 может начаться несколькими способами: первый – организация выполняет роль заказчика, строит или обслуживает собственный объект, второй – организация выиграла тендер на строительство с функцией заказчика, третий – организация выиграла тендер на объем подрядных работ.

Таблица 3

Основные действия участников (верхний уровень А-0)

№ п/п	Участник	Основные действия	Этапы процедуры
1	Директор	Поиск объемов, объектов	А0
		Представительские функции	А0
		Организаторские функции	А0
		Координационные функции	А0
		Ведение переговоров на всех уровнях	А0
		Подписание основной документации	А0
		Окончательное принятие ключевых решений	А0
2	Руководитель юридического отдела	Юридическое сопровождение всей деятельности организации	А0
		Анализ и редакция входящей и исходящей документации	А0
		Представление интересов в судах и госорганах, требующих обязательного юридического образования	А0
3	Руководитель финансового отдела	Подготовка экономического обоснования каждого проекта	А0
		Контроль за деятельностью бухгалтерии	А0
		Анализ целесообразности выполнения работ своими или внешними исполнителями	А0
4	Руководитель технического отдела	Разработка техзадания для конкретных работ	А0
		Выполнение работ	А0
5	Руководитель отдела качества	Контроль качества выполнения работ, как собственных, так и внешних исполнителей	А0
		Анализ с последующими предложениями по повышению качества	А0
		Рекомендации по стандартам во время выполнения работ	А0
6	Руководитель службы эксплуатации	Эксплуатация собственных объектов, взаимодействие с собственниками, эксплуатирующие объекты.	А0
7	Руководитель отдела закупок	Поиск внешних исполнителей	А0
		Анализ рынка подрядчиков	А0
		Поиск и закупка материалов для собственных объектов и эксплуатационных нужд	А0
		Приемка и передача материалов собственным исполнителям и подрядчикам	А0

На этом этапе директор ставит задачу перед отделами – выполнить работу. Эта задача плавно переходит в анализ и оценку рисков – экономическая составляющая. На этом этапе в работу вступают экономический отдел, технический отдел, служба эксплуатации и отдел качества. Каждый из этих отделов проводит аналитическую работу по своему направлению. Экономический отдел дает финансово-экономическую оценку предстоящей работы, технический отдел анализирует возможности реализации данной работы собственными силами, отдел качества дает систему оценки качества, требования к качеству предстоящей работы, а служба эксплуатации вносит коррективы с учетом последующей эксплуатации. На данном этапе вышеуказанные отделы направляют всю собранную информацию директору, который принимает решение о передаче работы на аутсорсинг либо ее выполнении собственными силами. Если принимается решение о передаче работы на аутсорсинг, тогда наступает следующий этап.

Второй этап – поиск и выбор внешнего исполнителя. На этапе № 2 задействованы практически все отделы организации: отдел закупок, отдел качества, юридический отдел, технический отдел, финансовый отдел. Технический отдел формирует техзадание, согласно которому отдел закупок начинает поиск исполнителя/поставщика, используя собственные базы организаций и внешние рынки. Контроль за работой отдела закупок осуществляет отдел качества (входящий контроль потенциальных поставщиков, контроль и анализ деятельности существующих подрядчиков), финансовый отдел (расчет стоимости работ, сравнительные анализы, бухгалтерская и экономическая составляющая) и юридический отдел (сопровождение всего процесса от изучения входящей документации до проведения переговоров). После проведения всех мероприятий организуется встреча на высшем уровне директоров заказчика и поставщика между лучшими кандидатами. Окончательное решение о выборе исполнителя осуществляет директор. После выбора следует формальный, но важный этап – заключение договора

Третий этап – заключение договора. На этапе № 3 задействуется прежде всего юридический отдел, который осуществляет разработку, согласование и ведение договора на всех последующих этапах.

После подписания договора наступает четвертый этап – выполнение работ. Во время этапа № 4 задействуются все отделы: юридический – следит за соблюдением законодательства, отдел качества – за уровнем качества выполненных работ, технический отдел – за процессами и технологиями во время работ, финансовый отдел – за соблюдением финансовых обязательств.

Все выполненные работы подлежат передаче заказчику и проходят через пятый этап – завершение работ. На этапе № 5, выполненные работы сдаются исполнителем заказчику по приемо-передаточному акту. За правильностью оформления документов и соответствием законам и нормативно-правовым актам РФ следит юридический отдел, технический отдел контролирует соответствие работ проектным документам, отдел качества контролирует качество выполнения работ, финансовый отдел следит за расчетами и финансовыми документами, а служба эксплуатации осуществляет дополнительный контроль по всем направлениям. В случае успешного прохождения всех этапов заказчик подписывает приемо-передаточный акт без замечаний, производится окончательный расчет и передача объекта службе эксплуатации. Если были выявлены нарушения и/или замечания, работа не принимается, заказчик составляет акт о выявленных недостатках и требует от подрядчика/исполнителя/поставщика их устранения. После устранения недостатков собирается повторная комиссия, описанная выше процедура повторяется, если не выявлено новых недостатков, а предыдущие устранены, составляется акт об устранении недостатков, повторяется процедура передачи работы. Если выявлены новые недостатки, работа не принимается, составляется новый акт о выявленных недостатках, и процедура устранения недостатков повторяется до полного устранения недостатков.

После передачи работы заказчику наступает шестой этап – эксплуатация. На этапе № 6 работает служба эксплуатации. Если все проходит штатно, замечаний нет, цикл исполнителя

заканчивается после истечения гарантийного срока. Если выявляются недостатки, служба эксплуатации взаимодействует с исполнителем, который устраняет недостатки в рамках гарантийных обязательств.

Параллельно работает и отдел качества, выполняя седьмой этап – завершение цикла аутсорсинга. Ключевая задача отдела качества на этапе № 7 – анализ и улучшение качества по результатам выполненного цикла, внесение рекомендаций по совершенствованию качества [3].

На данном уровне рассмотрены ключевые моменты и этапы передачи на аутсорсинг тех или иных работ, функции отделов типовой строительной организации, руководителей отделов, их совместные взаимодействия по конкретной задаче.

Таким образом была разработана универсальная BPMN-модель управления строительной организацией, охватывающая полный цикл работ – от постановки задач до гарантийного обслуживания. Модель обеспечивает четкое распределение ролей и ответственности, стандартизацию документооборота и сквозной контроль качества. Ее внедрение позволяет повысить эффективность процессов, минимизировать риски и создать основу для непрерывного улучшения деятельности, что особенно актуально для средних и малых компаний, стремящихся к устойчивому развитию в условиях конкурентной среды.

Список литературы

1. Гусев, Д. А. Вопросы управления качеством аутсорсинговых работ в строительных организациях / Д. А. Гусев, Д. И. Панюков // Современные машиностроительные системы, технологии и инновации: Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Воронеж, 6 марта 2025 года. – Воронеж: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 90–95.
2. Методика оценки и выбора поставщиков при аутсорсинге в строительной сфере / Д. И. Панюков, В. Н. Козловский, Д. А. Гусев, И. И. Хабибулин // СТИН. – 2025. – № 8. – С. 41–44.
3. Показатели и критерии оценки результативности и эффективности систем управления предприятием / Д. И. Панюков, В. Н. Козловский, О. И. Антипова, Д. А. Гусев // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 5. – С. 30–34. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-5-30-31.

References

1. Gusev, D. A., & Panyukov, D. I. (2025). Quality Management Issues of Outsourced Work in Construction Organizations. In Modern Mechanical Engineering Systems, Technologies and Innovations: Collection of Scientific Articles of the International Scientific and Technical Conference, Voronezh, March 06, 2025 (pp. 90–95). ZAO "Universitetskaya Kniga".
2. Panyukov, D. I., Kozlovsky, V. N., Gusev, D. A., & Khabibulin, I. I. (2025). Methodology for Evaluating and Selecting Suppliers in Construction Outsourcing. STIN, (8), 41–44.
3. Panyukov, D. I., Kozlovsky, V. N., Antipova, O. I., & Gusev, D. A. (2024). Indicators and Criteria for Assessing the Performance and Efficiency of Enterprise Management Systems. Izvestia of the Tula State University. Technical Sciences, (5), 30-34. DOI 10.24412/2071-6168-2024-5-30-31.

Для цитирования
Дмитриев А.Я., Купцова Д.В., Новиков И.С. Цифровая трансформация стандартизации: использование структурирования функции качества QFD для перехода от требований потребителя к требованиям стандарта / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 363–367.

УДК 006.011

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА QFD ДЛЯ ПЕРЕХОДА ОТ ТРЕБОВАНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЯ К ТРЕБОВАНИЯМ СТАНДАРТА

Дмитриев А.Я., *канд. техн. наук, заместитель директора Научно-консультационного центра экспертизы (НКЦЭ), доцент кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении, Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П.Королёва, Россия, Самара*
Купцова Д.В., *аспирант кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении, Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П.Королёва, Россия, Самара*
Новиков И.С., *старший преподаватель, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), советник министра промышленности и торговли Российской Федерации, Россия, Москва*

Статья посвящена трансформации стандартизации в условиях цифровой экономики. Обоснована необходимость перехода к гибким, детализированным моделям в ответ на усложнение технических систем. В качестве решения предложено использование методологии структурирования функции качества QFD для обеспечения сквозной прослеживаемости требований от потребителя к стандарту. Это позволит повысить качество и конкурентоспособность продукции за счет эффективного структурирования знаний и проектирования качества на основе ожиданий рынка.

Ключевые слова: стандартизация, Индустрия 4.0, требования потребителя, структурирование функции качества QFD, проектирование качества.

DIGITAL TRANSFORMATION OF STANDARDIZATION: USING QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT TO TRANSITION FROM CUSTOMER REQUIREMENTS TO STANDARD REQUIREMENTS

Dmitriev A.Ya., *PhD in Engineering, Deputy Director of the Scientific and Consulting Center of Expertise, Samara University, Russia, Samara*
Kuptsova D.V.*, Postgraduate student, Samara University, Russia, Samara*
Novikov I.S.*, Senior Lecturer in the Quality Management Department of the Moscow Aviation Institute, Advisor to the Minister of Industry and Trade of the Russian Federation, Russia, Moscow*

This article examines the transformation of standardization in the digital economy. It substantiates the need to transition to flexible, detailed models in response to the increasing complexity of technical systems. A proposed solution is the use of the Quality Function Deployment (QFD) methodology to ensure end-to-end traceability of customer requirements to the standard. This will improve product quality and competitiveness through effective knowledge structuring and quality design based on market expectations.

Keywords: standardization, Industry 4.0, customer requirements, Quality Function Deployment QFD, quality design.

Интенсивная цифровая трансформация обусловила возникновение новой модели взаимодействия между людьми, технологиями и процессами, где информационные системы стали неотъемлемым элементом цепочки создания ценности. Создание сложных технических систем в наукоемких отраслях промышленности, отвечающих запросу Индустрии 4.0 и шестому технологическому укладу в контексте цифровой трансформации, требует использования совершенно новых подходов. Система стандартизации как нормативно-техническая основа создания ценности и подходы к стандартизации также должны быть трансформированы [1]. Эволюция стандартизации носит адаптивный характер и обуславливается усложнением объектов стандартизации и использованием технологий для их создания. Усложнение технических систем и процессов, характеризующееся ростом количества элементов, связей и нелинейностью их взаимодействий, влечет за собой необходимость перехода к более сложным, гибким и детализированным моделям стандартизации. В таблице рассмотрен один из возможных вариантов зависимости развития стандартизации от развития техники[1].

Возможный вариант зависимости развития стандартизации от развития техники

Период	**1770–1880 гг.**	**1880–1930 гг.**	**1930–1970 гг.**	**1970–2010 гг.**	**2010–2040 гг.**
Ключевая технология преобразования энергии в работу	Текстильные машины, паровой двигатель	Электродвига-тель	Двигатель внутреннего сгорания	Микроэлектро-ника + цифровая революция	Нанотехнологии + цифровая революция
Подходы к производству	Механизиро-ванное производство	Массовое производство и сборочные линии	Автоматизация и сетевое производство		Интеллектуаль-ное, гибкое, сетевое производство
Подходы к стандартизации	Создание единых систем мер и весов с целью универсальной передачи и интерпретации научных знаний	Создание международных организаций по стандартизации. Стандарт для упорядочения и классификации.	Развитие государственных (национальных) систем стандартизации. Появление мета-стандартов (управленческих, терминологических и пр.). Развитие опережающей стандартизации		Цифровая трансформация государственных (национальных) систем стандартизации.
Форма представления стандарта	Книги, схемы, чертежи	Бумажный стандарт	Бумажный стандарт и его электронный вид		Открытый цифровой формат, переход к SMART стандартам

Роль стандартов в промышленности всегда была высока. С проникновением цифровых технологий модели стандартизации в промышленности все более приближаются к моделям информационно-коммуникационных технологий, что открывает новые возможности в части инновационной активности предприятий за счет расширения механизмов распространения новых знаний. Стандарты могут стать важным каналом распространения знаний и в более широком смысле – технологической модернизации промышленности [3]. Стандарты оказывают прямое воздействие на экономику страны за счет распространения (диффузии) знаний (информации, инновационных решений), сокращают экономически неоправданное разнообразие, обеспечивают взаимозаменяемость и совместимость.

[1] За основу для разработки таблицы взята схема С.Ю. Глазьева смены технологических укладов в ходе современного экономического развития с указанием их ключевых технологий преобразования энергии в работу [2] с дополнениями в части стандартизации и цифровой революции.

В конечном итоге стандартизация направлена на улучшение качества продукции и повышение конкурентоспособности, экономию общественных ресурсов, защиту общества и окружающей среды от недоброкачественной продукции, работ (услуг) [4]. Стандарты представляют собой систематизированные знания об объекте стандартизации, полученные в результате накопленного опыта, исследований и испытаний, на основании которых определены характеристики, общие правила и принципы в отношении объектов стандартизации.

Стандартизация в общем смысле становится инструментом непрерывного управления полезными знаниями, которые обеспечивают создание сложной техники и реализацию процессов. Эти знания, будучи результатом накопленного опыта и отработанной практики, формализуются в стандартах. Целевая функция любых создаваемых объектов – удовлетворение потребностей (решение задач) общества (потребителей). Ключевым элементом современных управленческих стандартов является удовлетворение требований потребителя [5], что обуславливает необходимость формирования требований к объекту стандартизации исходя из требований потребителя, т.е. создавать продукцию на основе ожиданий потребителя, знаний и параметрической идентификации характеристик качества – проектировать качество продукции. Идентификация качества (определение приоритетов и целевых значений характеристик) на основе ожиданий потребителей и знаний разработчика является ключевой задачей, от решения которой зависят дальнейшие этапы проектирования и жизненного цикла продукции и в конечном итоге конкурентоспособность организации. Таким образом, повышение качества и конкурентоспособности продукции может быть реализовано за счет проектирования и модернизации продукции и технологических процессов на основе широкого использования различного рода информации (знаний) и идентификации целевых значений характеристик продукции и параметров процессов при эффективном применении структурирования (развертывания) функции качества QFD (Quality Function Deployment) [6].

Основной задачей цифровизации стандартов сейчас является переход от документа к требованию. Внедрение цифровых технологий в процедуры разработки документов по стандартизации направлены на формирование объектно-ориентированных требований и их предоставление в едином информационном пространстве в электронном формате, что обеспечит возможность управлять ключевыми требованиями к жизненному циклу продуктов и процессов [7]. Для решения задачи проектирования качества этот переход должен стать более структурированным, т.е. с помощью цифровых технологий важно обеспечить прозрачность перехода от требования потребителя к требованию стандарта.

Цифровые стандарты должны предоставлять всю необходимую информацию в форме, подходящей для применения. Они могут создаваться, адаптироваться и применяться как людьми, так и машинами, учитывать требования пользователей. Эти требования являются эталоном качества для стандартизации. Промышленность должна использовать исследования потребностей потребителей в качестве основы для разработки и обновления стандартов. В настоящее время в профессиональном сообществе активно дискутируется проблема стандартизации процессов цифровой трансформации, что находит отражение в разработке комплексных серий стандартов. Параллельно актуализируется вопрос формирования реестров требований к компетенциям персонала как инженерного, так и непрофильного. Однако ключевая проблема – обеспечение согласованного взаимодействия этих разнородных требований при их интеграции в цифровую среду – остается недостаточно изученной. В качестве методологического решения предлагается применение матричного представления требований стандартов. Данный подход позволяет формализовать и визуализировать взаимосвязи и потенциальные конфликты между элементами системы. Дальнейшее развитие методологии за счет интеграции метода QFD позволит обеспечить сквозную прослеживаемость от конкретных положений стандартов до исходных требований потребителя, повышая обоснованность и эффективность системы стандартизации.

С 2017 года Росстандарт проводит работы по переводу (и созданию) документов Федерального информационного фонда стандартов (ФИФС) в машиночитаемый формат.

Предлагаемый для формирования библиотеки машиночитаемый формат предназначен для представления информации, которая подлежит размещению в сети Интернет, в общедоступном структурированном виде, обеспечивающем заинтересованным пользователям более простой доступ к информации, ее автоматическую обработку в целях повторного использования без предварительного изменения человеком и свободное применение в любых соответствующих закону целях любыми пользователями независимо от формы ее размещения [8]. В результате такой трансформации информация приобретает структурированный характер и доступность, эволюционируя из традиционного стандарта в базу данных. Однако для повышения степени структуризации представляется необходимым установление семантических взаимосвязей между отдельными требованиями различных стандартов. Решению данной задачи может способствовать методология QFD. К примеру, международный стандарт ISO 9001 отказался от обязательства разрабатывать документы, что говорит о том, что документирование требований с настоящее время стало недостаточно эффективным инструментом [9]. Внедрение методологии QFD в процессы стандартизации не только позволяет обеспечить разработку стандартов на основе требований потребителя и установление соответствия между потребительскими свойствами и свойствами изделия, контролируемыми изготовителем, но и способствует прозрачному сближению позиций заинтересованных сторон – участников процесса разработки стандартов (потребитель, изготовитель, государство и пр.), что повышает эффективность разработки стандарта как оптимального компромисса позиций сторон [10].

Использование предложенного подхода особенно актуально для наукоемких отраслей промышленности, где для создания объектов и организации процессов необходимо выполнять совокупность взаимоувязанных требований. Так, например, процессы создания, производства и эксплуатации ракетно-космической техники подразумевают реализацию огромной совокупности взаимоувязанных требований и многоуровневое взаимодействие предприятий ракетно-космической промышленности [11]. Техника в наукоемких отраслях должна быть не просто безопасной, но и качественной. Другой пример можно привести из отрасли станкостроения, когда производство средств производства (производство станков) должно реализовываться с более высоким качеством, т.к. средства производства – это не конечный продукт, а «инструмент» для создания других изделий и любая погрешность или нестабильность в самом станке многократно усиливается на следующих этапах производственной цепочки [12].

В данной работе затронуты общие вопросы применения методологии QFD в стандартизации в контексте повышения качества и инновационного потенциала при создании сложных технических систем. Перспективы реализации данного подхода требуют дальнейшей углубленной разработки методических и технических решений.

Список литературы

1. Стандартизация в условиях цифровой трансформации: учебник / [под ред. В.В.Окрепилова, И.А.Максимцева]. СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2024. – 219 с.
2. Глазьев С.Ю. Рывок в будущее. Россия в новых технологическом и мирохозяйственном укладах. М.: Книжный мир, 2018. 768 с.
3. Туровец Ю.В., Вишневский К.О. Стандартизация цифрового производства: возможности для России и ЕАЭС // Бизнес-информатика. – 2019. – Т. 13. – № 3. – С. 78–96. DOI: 10.17323/1998-0663.2019.3.78.96.
4. Аронов И.З., Версан В.Г., Чайка И.И. Стандартизация: по закону или по понятиям? // Стандарты и качество. – 2012. – № 10. – С. 8–14.
5. ГОСТ Р 9001–2015 Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Требования [Электронный ресурс]: Национальный стандарт / Профессиональная справочная система Техэксперт. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200124394 (дата обращения: 10.09.2025).
6. Дмитриев А.Я., Митрошкина Т.А. Проектирование качества продукции на основе параметрической идентификации моделей, требований потребителей, знаний: онтологическая парадигма. Онтология проектирования. – 2015. – Т.5. – №3(17). – С. 313–327. DOI: 10.18287/2223-9537-2015-5-3-313-327.
7. Будкин Ю.В. Цифровизация в стандартизации // Стандарты и качество. – 2024. – № 5. – С. 38–39.
8. Шалаев А.П. Цифровые стандарты – новый этап развития стандартизации? // Стандарты и качество. – 2019. – № 7. – С. 12–17.

9. Одиноков С.А., Мандраков Е.С. Документированная информация «Управление знаниями» // Избранные научные труды восемнадцатой Международной научно-практической конференции «Управление качеством» (Москва, 14–15 март. 2019 г.). – Москва, 2019. – С. 220–223.
10. 1Рубин Г.Ш., Полякова М.А. Развитие научных основ стандартизации // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2014. – № 1(45). – С. 97–101.
11. Новиков И.С., Купцова Д.В., Ионов А.Г. Анализ и перспективы развития стандартизации в ракетно-космической отрасли // Стандарты и качество. – 2025. – №6. – С. 22–26.
12. Дмитриев А.Я., Ермилина Д.В., Кулаков Г.А., Митрошкина Т.А. Система качественного управления в станкостроении: отраслевой опыт и подход / I Научно-практическая конференция, посвященная 100-летию деятельности ФГБУ «Институт стандартизации»: «Стандартизация: траектория науки», Санкт-Петербург, 9 октября 2024 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 6(81). С. 116–119.

References

1. Standartizaciya v usloviyakh tsifrovoi transformacii [Standardization in the context of digital transformation]. Saint Petersburg, Publishing house of St. Petersburg State University of Economics, 2024. 219 p.
2. Glazyev S.Yu. Ryvok v buduschee. Rossiya v novikh tekhnologicheskom i mirokhozyaistvennom ukladakh. [A Leap into the Future: Russia in the New Technological and Global Economic Orders]. Moscow. Book world, 2018. 768 p.
3. Turovets Yu.V., Vishnevsky K.O. *Standartizatsiya tsifrovogo proizvodstva: vozmozhnosti dlya Rossii i EAES* – *Business Informatics*, 2019, no. 3, pp. 78–96. DOI: 10.17323/1998-0663.2019.3.78.96.
4. Aronov I.Z., Versan V.G., Chaika I.I. Standartizaciya po zakonu ili po ponyatiyam? – *Standards and Quality*, 2012, no.10, pp. 8–14.
5. GOST R 9001-2015 National standard of the Russian Federation. Quality management systems. Requirements. Available at: https://docs.cntd.ru/document/1200124394 (accessed 10 September 2025).
6. Dmitriev A.Ya., Mitroshkina T.A. Proectirovanie kachestva productsii na osnove peremetricheskoi identificatsii modeley, trebovanii potrebiteley, snanii: ontologicheskaya paradigma – *Ontology of designing*, 2015, no. 3(17), pp. 313–327. DOI: 10.18287/2223-9537-2015-5-3-313-327.
7. Budkin Yu.V. Tsifrovizatciya v standartizatcii – *Standards and Quality*, 2024, no. 5, pp. 38–39.
8. 8. Shalaev A.P. Tsifrovie standarti – novii etap resvitiya standartizacii? – *Standards and Quality*, 2019, no.7, pp. 12–17.
9. Odinokov S.A., Mandrakov E.S. Documentirovannaya informaciya «Upravlenie znaniyami» // *Izbrannie nauchnie trudy 18 mezhdunarodnoi nauchno-practicheskoi konferencii «Upravlenie kachestvom»* (Selected scientific papers of the eighteenth International scientific and practical conference «Quality Management»). Moscow, 2019, pp. 220-223.
10. Rubin G.Sh., Polyakova M.A. Razvitie nauchnikh osnov standartizacii – *Bulletin of the Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov*, 2014, no. 1(45), pp. 97–101.
11. Novikov I.S., Kuptsova D.V., Ionov A.G. Analiz i perspektivi razvitiya standartizacii v reketno-kosmicheskoi otrasli – *Standards and Quality*, 2025, no.6, pp. 22–26.
12. Dmitriev A.Ya., Ermilina D.V., Kulakov G.A., Mitroshkina T.A. Sistema kachestvennogo upravleniya v stankostroenii: otraslevoy opyt / I Naucno-prakticheskaya konferenciya, posvyaschennaya 100-letiyu deyatel'nosti FGBU Institut standartizacii: Standartizaciya – traekoriya nauki. Saint Petersburg, 2024, pp. 116–119.

Для цитирования

Евлоева М.В., Лонцих П.А., Измайлов И.М., Звягинцева Е.П., Лонцих Н.П. Стандартизация и техническое регулирование ESG-критериев устойчивого развития при измерении их интегральной совокупности. / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 368–374.

УДК 004.9

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ESG-КРИТЕРИЕВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ИХ ИНТЕГРАЛЬНОЙ СОВОКУПНОСТИ

***Евлоева М.В.**, канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизации и управления института высоких технологий, ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»,*
***Лонцих П.А.**, д.т.н., профессор, профессор кафедры автоматизации и управления института высоких технологий, ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»,*
***Измайлов И. М.**, аспирант кафедры автоматизации и управления института высоких технологий, ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»,*
***Звягинцева Е.П.**, магистрант кафедры автоматизации и управления института высоких технологий, ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»,*
***Лонцих Н.П.**, канд. пед. наук, доцент кафедры автоматизации и управления института высоких технологий, ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»*

Понятие устойчивого развития, известное с конца XX века, становится все более актуальным. Однако во многих отраслях промышленности существуют проблемы, главная из которых негативное влияние на окружающую среду, которую, на наш взгляд, можно решить посредством грамотного применения систем менеджмента качества и устойчивого развития. В данной статье изложены показатели ESG рейтинга и авторский подход к возможности количественного измерения интегральной совокупности ESG-критериев. Также в работе исследуются основные характеристики концепции устойчивого развития (УР) и ESG и представлены ключевые области стандартизации и технического регулирования ESG-критериев УР.

Ключевые слова: устойчивое развитие, Environment Social Gobernance (ESG); интегральная совокупность, стратегический менеджмент, техническое регулирование, стандартизация.

STANDARDIZATION AND TECHNICAL REGULATION OF ESG CRITERIA FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN MEASURING THEIR INTEGRAL AGGREGATE

***Evloeva M.V.,** Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Automation and Management, Institute of High Technologies, FGBOU VO "IRNITU",*
***Lontsikh P.A.,** Doctor of technical sciences, Professor, Professor of the Department of Automation and Management, Institute of High Technologies, FGBOU VO "IRNITU",*
***Izmailov I.M.,** Postgraduate student of the Department of Automation and Management, Institute of High Technologies, FGBOU VO "IRNITU",*
***Zvyagintseva E.P.,** Master's student of the Department of Automation and Management, Institute of High Technologies, FGBOU VO "IRNITU",*
***Lontsikh N.P.,** Candidate of pedagogical sciences, Associate Professor of the Department of Automation and Management, Institute of High Technologies, FGBOU VO "IRNITU"*

The concept of sustainable development, known since the late 20th century, is becoming increasingly relevant. The concept is important for industry, as it faces growing pressure from consumers, investors, and regulators. However, many industries face problems, the main one being the negative impact on the environment, which, in our opinion, can be solved through the proper application of quality management and sustainable development systems. This article outlines the ESG rating indicators and

the author's approach to the possibility of quantitatively measuring the integral aggregate of ESG criteria. The paper also explores the main characteristics of the concept of sustainable development (SD) and ESG, and presents key areas of standardization and technical regulation of ESG criteria for SD.

Keywords: Sustainable Development, Environment, Social, Governance (ESG); integral aggregate, strategic management, technical regulation, standardization.

Введение

На сегодняшний день существует большое количество исследований по изучению и раскрытию концепции устойчивого развития и на основе этих и других данных, в которых рассматривается эта концепция, авторами определено устойчивое развитие как процесс непрерывного преобразования ESG-критериев, или интегрированной «тройственной системы». Однако данная система должна быть способна к взаимодополняемости и сочетаемости при доминировании какой-либо категории и должна стремиться к партнерству и сбалансированности в целях рационального использования ресурсов, а также обеспечения социального равенства и сохранения окружающей среды в условиях нестабильности и неопределенности.

Современные рейтинговые компании используют нефинансовые отчетности для измерения ESG, так как они показывают умение крупных, высокотехнологичных компаний распоряжаться своими активами, и согласно последним исследованиям, инвесторы предпочитают те компании, которые внедряют ESG-системы. [5, 6].

Основная проблематика статьи

Анализ показателей мировых финансовых рынков дал результат: на конец 2024 года более одного триллиона инвестиций были сопряжены с повесткой ESG (рис. 1) [7].

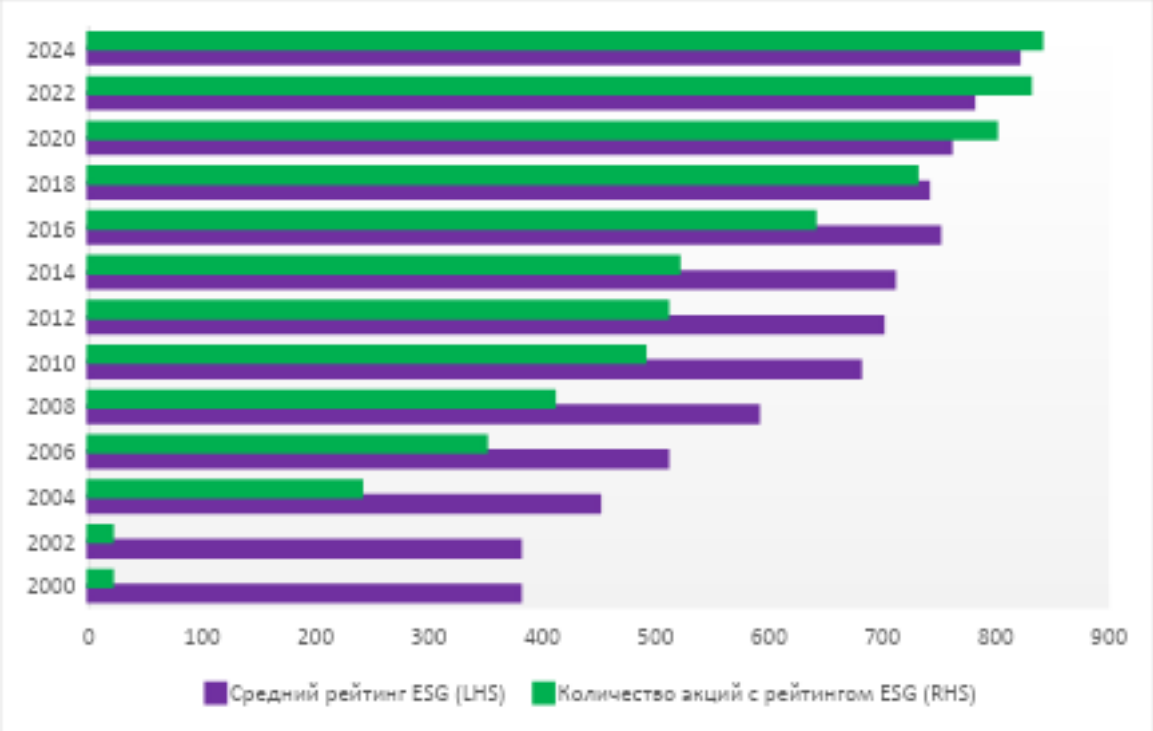


Рис. 1. Компании с ESG-рейтингом

Как система данная концепция применяется в целях повышения качества производимой продукции и минимизации негативного влияния на окружающую среду в процессе производства.

В проекте «Государственной стратегии устойчивого развития РФ» устойчивое развитие рассматривается как стабильное социально-экономическое развитие, которое не разрушает своей природной основы и обеспечивает непрерывный прогресс общества [1].

Сравнение понятий «устойчивое развитие» и «ESG» приведено в таблице [2].

Устойчивое развитие и ESG

Устойчивое развитие	ESG
Рассматривает общие вопросы	Свод правил и подходов, рассматривает вопросы развития бизнеса
Не измеряемо	Измеряемо
Охватывает все сферы деятельности человека	Охватывает финансовый и промышленный секторы
Составляющие: окружающая среда, экономика, общество	Составляющие: экологические, управленческие и социальные аспекты

Сложность заключается в том, что результаты исследования показали отсутствие единой методики измерения ESG-критериев, хотя в отличие от «устойчивого развития» их можно измерить. Соответственно, для решения данной проблемы нами разработаны этапы аналитического исследования возможности КИИС (количественного измерения интегральной совокупности) критериев ESG (рис. 3–7).

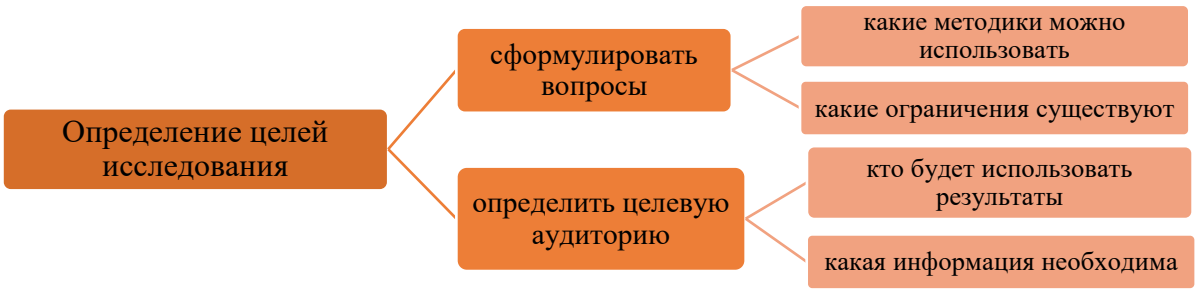


Рис. 3. Первый этап КИИС ESG-критериев

Как стало известно из анализа, в первую очередь необходимо сформулировать банк вопросов для определения целевой аудитории.

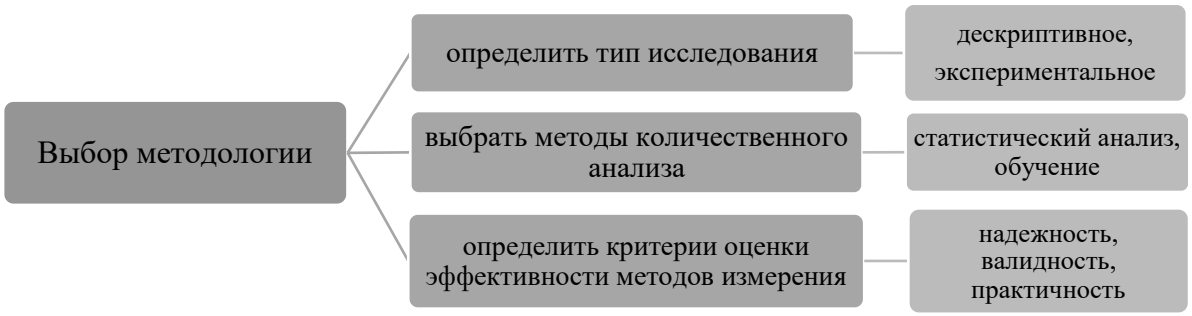


Рис. 4. Второй этап КИИС ESG-критериев

Следующая задача заключается в определении типа исследования с последующим выбором метода количественного анализа. Следовательно, далее необходимо определить критерии оценки эффективности методов измерения.

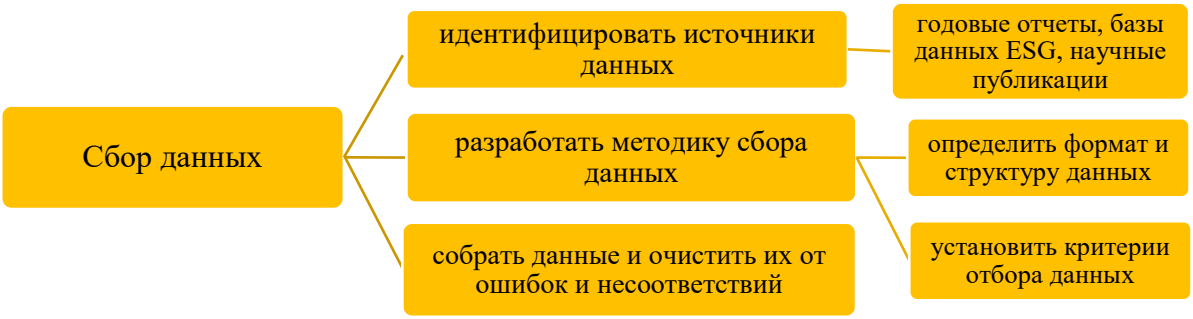


Рис. 5. Третий этап КИИС ESG-критериев

На третьем этапе необходимо собрать данные, а также идентифицировать источники этих данных. Далее необходимо разработать методику сбора данных и очистить их от ошибок.

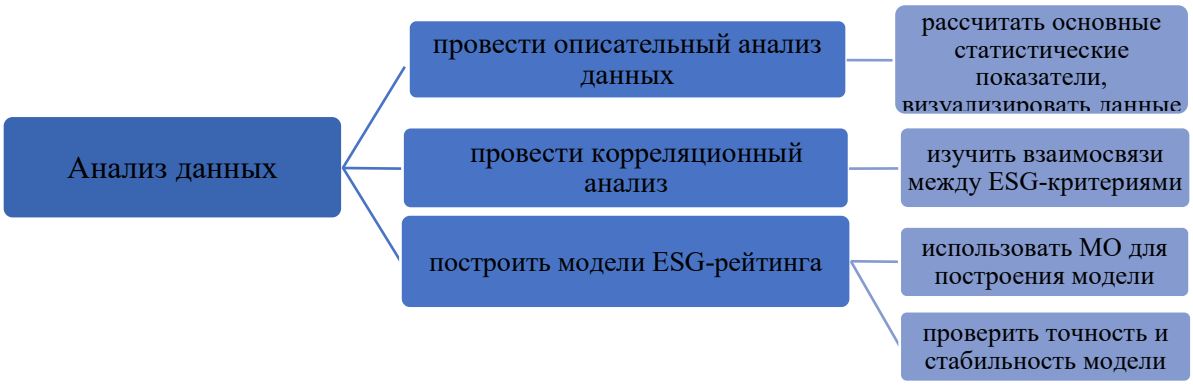


Рис. 6. Четвертый этап КИИС ESG-критериев

Одним из основных этапов для количественного измерения интегральной совокупности ESG-критериев является анализ данных. Исходя из вышепредставленной схемы видно, что на этом этапе нужен описательный анализ данных, а также с проведением корреляционного анализа необходимо изучить взаимосвязи между ESG-критериями. Более того, необходимо построить модели ESG-рейтинга.

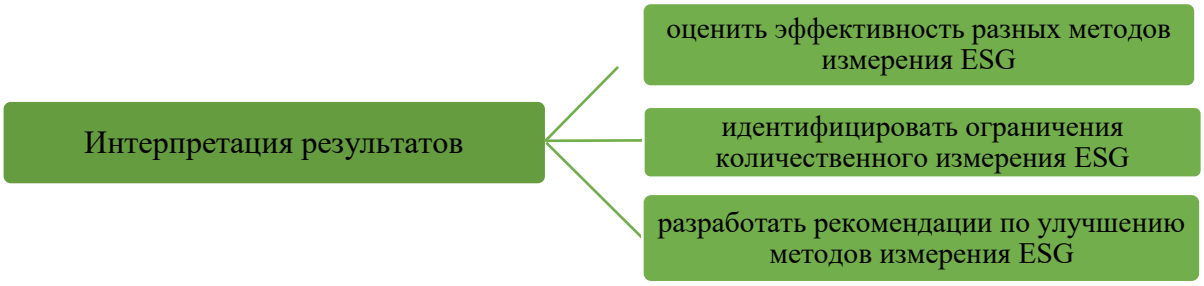


Рис. 7. Пятый этап КИИС ESG-критериев

Как показывают данные рис. 7, в данный этап входят оценка, идентификация и разработка рекомендаций и методов измерения ESG-критериев.

Рис. 8. Шестой этап КИИС ESG-критериев

Последним этапом является документирование и распространение результатов с подготовкой отчета о проделанной работе.

Представленные выше схемы свидетельствуют, что предлагаемый нами подход включает все возможные варианты исследования и анализа.

Важно отметить, что стандартизация и техническое регулирование играют ключевую роль в успешном внедрении ESG-критериев, так как они обеспечивают основу для оценки, отчетности и сравнения результатов деятельности организации в области устойчивого развития (рис. 9).

Рис. 9. Технического регулирования ESG-критериев УР

Стандарты определяют, что, как и когда измеряется, что обеспечивает сопоставимость данных между предприятиями и возможность отслеживать прогресс во времени. Стандартизированные методы измерения и отчетности повышают доверие к ESG-данным со стороны инвесторов, регулирующих органов и общественности. Если говорить про «гринвошинг» (форма экологического маркетинга, цель которой ввести потребителя в заблуждение относительно экологичности продукции), то стандарты и процедуры аудита позволяют выявлять и предотвращать случаи предоставления вводящей в заблуждение информации о ESG-деятельности предприятий. Также стандарты определяют лучшие практики и устанавливают цели для тех, кто стремится к улучшению показателей в области УР. Следует также отметить, что инвесторы все чаще используют ESG-критерии для оценки рисков и возможностей, и предприятия, соответствующие высоким стандартам ESG, имеют больше шансов на привлечение инвестиций. Ключевые области стандартизации и технического регулирования ESG-критериев УР представлены на рис. 10.

Рис. 10. Ключевые области стандартизации и технического регулирования ESG

Исходя из рисунка видно, что ключевые области стандартизации ESG-критериев УР многообразны и охватывают как национальные, так и международные стандарты.

Заключение

Реализация ESG критериев дает возможность непрерывного совершенствования посредством регулярного анализа результатов и адаптация ESG-стратегии с учетом новых вызовов и возможностей, а также поиском новых технологий и решений, которые помогут улучшить ESG-показатели и достичь более высокого уровня устойчивости.

Соответствие современных высокотехнологичных компаний правилам УР обусловлено многими факторами, такими как: бизнес-преимущество, глобальные вызовы современного макрорынка, изменение климата посредством выбросов парниковых газов, истощение ресурсов, социальное неравенство, предпочтения инвесторов, потребителей и др.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 8 мая 1996 г. № 559 «О разработке проекта государственной стратегии устойчивого развития Российской Федерации».
2. Евлоева, М.В. Роль устойчивого развития в планировании производственных мощностей высокотехнологичного предприятия / М.В. Евлоева // Качество и жизнь. – 2024. – № 3. – С. 79–87.
3. Евлоева, М.В. Определение алгоритма реализации процессов жизненного цикла продукции при достижении целей устойчивого развития в промышленном производстве / М.В. Евлоева // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 9. – С. 105–110.
4. Лонцих, П.А. Мотивация учета баланса интересов ESG-критериев устойчивого развития / П.А. Лонцих, М.В. Евлоева, Е.Ю. Головина // Автоматизация в промышленности. – 2024. – № 2. – С. 29–31.
5. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://raex-a.ru/rankingtable/ESG_ranking_companies/16/09/2021 – свободный. Официальный сайт Независимого европейского рейтингового агентства RAEX-Europe.
6. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://raexpert.eu/esg_corporate_ranking/ – ESG.
7. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://forest.eea.europa.eu/ – свободный. Официальный сайт Forest Information System for Europe.

References

1. Decree of the Government of the Russian Federation No. 559 dated May 8, 1996, "On the Development of a Draft State Strategy for Sustainable Development of the Russian Federation.
2. Evloeva, M.V. The Role of Sustainable Development in Planning the Production Capacities of a High-Tech Enterprise / M.V. Evloeva // Quality and Life. – 2024. – No. 3. – Pp. 79–87.
3. Evloeva, M.V. Determination of the algorithm for implementing the processes of the product life cycle in achieving the goals of sustainable development in industrial production / M.V. Evloeva // Izvestiya of Tula State University. Technical Sciences. – 2024. – No. 9. – Pp. 105–110.
4. Lontsikh, P.A. Motivation for Considering the Balance of Interests of ESG Criteria for Sustainable Development / P.A. Lontsikh, M.V. Evloeva, E.Yu. Golovina // Automation in Industry. – 2024. – No. 2. – Pp. 29–31.
5. [Electronic resource] – Access mode: https://raex-a.ru/rankingtable/ESG_ranking_companies/16/09/2021 – free. Official website of the Independent European Rating Agency RAEX-Europe.
6. [Electronic resource] – Access mode: https://raexpert.eu/esg_corporate_ranking/ – ESG.
7. [Electronic resource] – Access mode: https://forest.eea.europa.eu/ – free. Official website of the Forest Information System for Europe.

Для цитирования
Зворыкина Т.И., Побединский П.В. Роль научно-технической политики регионов и стандартизации в обеспечении технологического суверенитета / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 375–380.

УДК 332.14

РОЛЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ РЕГИОНОВ И СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА

Зворыкина Т.И., *д-р экон. наук, профессор и заслуженный деятель науки РФ, АО «Институт Региональных Экономических Исследований», Россия, Москва*
Побединский П.В., *аспирант, АО «Институт Региональных Экономических Исследований», Россия, Москва*

Статья раскрывает роль научно-технической политики регионов в обеспечении технологического суверенитета. Показана связь между комплексом мер, принимаемых на региональном уровне, и процессом обеспечения технологического суверенитета. Предложена модель влияния научно-технической политики в регионе на обеспечение технологического суверенитета. Раскрыта роль стандартизации в научно-технической политике, сделан вывод о ее важности в процессе обеспечения технологического суверенитета.

Ключевые слова: региональная экономика, технологический суверенитет, научно-техническая политика, стандартизация.

THE ROLE OF THE SCIENTIFIC-TECHNICAL POLICY OF THE REGIONS AND STANDARDIZATION IN ENSURING THE TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY

Zvorikina T.I., *Doctor of Economic Sciences, Professor and Honored Scientist of the Russian Federation, JSC «Institute for Regional Economic Research», Moscow*
Pobedinskiy P.V., *Ph.D. student, JSC «Institute for Regional Economic Research», Moscow*

The article reveals the role of the scientific-technical policy of the regions in ensuring technological sovereignty. The relationship between the set of measures taken at the regional level and the process of ensuring technological sovereignty is shown. A model of the influence of scientific-technical policy in the region on ensuring technological sovereignty is proposed. The role of standardization in scientific-technical policy is revealed, and its importance in the process of ensuring technological sovereignty is concluded.

Keywords: Regional economy, technological sovereignty, scientific-technical policy, standardization

Введение и цель исследования

В текущих условиях развития Российской Федерации одним из наиболее актуальных вопросов является обеспечение технологического суверенитета и достижения технологического лидерства, связанного как с общим повышением уровня производимой технологической продукции, так и используемых наукоемких технологий.

Технологический суверенитет обрел особую актуальность после 2022 года в связи с острой необходимостью активизировать собственные разработки в условиях ограничения возможностей по импорту технологий из-за рубежа. Политика обеспечения технологического суверенитета берет начало от политики импортозамещения, получившей широкое развитие в 2014–2022 годах. Принципиальным различием является смена фокуса: если при импортозамещении основным было стремление снизить общую зависимость от зарубежной продукции и ее среднюю долю в общем объеме конечной продукции, то обеспечение

технологического суверенитета подразумевает установление контроля над технологиями, обеспечивающими принципиальную возможность производства высокотехнологичной продукции.

Рассматриваемое направление имеет в том числе и региональный аспект, неразрывно связанный с научно-технической политикой, проводимой в российских регионах. От уровня ее реализации и проработки зависит как общее развитие институтов, подконтрольных государству, так и частных предприятий и технологических компаний, вносящих свой вклад в обеспечение технологического суверенитета.

Следует также не забывать о роли стандартизации в процессе развития новых технологий, поскольку развитие отечественной высокотехнологичной продукции исторически шло в соответствии с разрабатываемыми отечественными стандартами, позволяющими контролировать ее качество. Особенно актуальной данная задача становится в условиях ограничения импорта зарубежных знаний, что ставит необходимость проведения разработки отечественных аналогов стандартов для высокотехнологичных отраслей экономики.

В рамках исследования предпринята попытка систематизировать имеющуюся информацию о влиянии научно-технической политики в регионах на обеспечение технологического суверенитета, а также ее связь с процессами стандартизации.

Методология

Исследование проводилось с использованием качественных и количественных методов анализа информации. В рамках исследования была проанализирована существующая нормативно-правовая база, имеющая отношение к проблематике технологического суверенитета, научно-технической политике регионов и стандартизации, также изучена экономическая статистика Росстата в части инновационных показателей регионов.

На основе полученной информации было произведено обобщение: сделаны общие выводы о наличии связи между процессом обеспечения технологического суверенитета, проводимой научно-технической политикой в регионах и процессами стандартизации.

На последнем этапе были разработаны логические схемы, описывающие модель влияния научно-технической политики в регионе на обеспечение технологического суверенитета и роль стандартизации в научно-технической политике в регионе.

Результаты исследования

Как отмечено во введении, проблематика обеспечения технологического суверенитета как область для проведения научных исследований и разработки научно-технической документации лишь недавно получила импульс для развития.

Основополагающим документом является принятая в 2023 году «Концепция технологического развития до 2030 года» (далее – Концепция), в рамках которой как утверждены цели технологического развития в виде установления контроля над воспроизводством критических и сквозных технологий и перехода к инновационно ориентированному росту, так и дано определение самому понятию «технологический суверенитет» [1].

Согласно Концепции технологический суверенитет заключается в наличии контроля над критическими и сквозными технологиями, линиями их производства, а также в наличии условий для производства продукции на их основе. Его обеспечение подразумевает две формы: к первой форме относится все, что связано с созданием и внедрением критических и сквозных технологий, а вторая предусматривает создание технологической продукции на их основе.

Важно понимать различия между указанными типами и их отличие от прочих технологий. К критическим технологиям относятся технологии конкретных отраслей, критически необходимые для создания высокотехнологичной продукции и сервисов, – это технологии, актуальные на сегодняшний день. К ним можно отнести микроэлектронику, станкостроение и прочие направления уже созданных за рубежом технологий.

К сквозным технологиям относятся перспективные технологии, которые в перспективе будут определять облик экономики, – это технологии завтрашнего дня. К таким технологиям можно отнести активно внедряемый в последние несколько лет искусственный интеллект, квантовые вычисления, новые материалы и прочие технологии, либо еще не созданные в мире, либо находящиеся в начале своего развития.

Перечень критических и сквозных технологий утверждается законодательно и составляется на федеральном уровне. Актуальный перечень зафиксирован в Указе Президента Российской Федерации от 18.06.2024 № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий» [2]. В рамках указа как зафиксированы приоритетные направления научно-технологического развития, так и закреплены перечни критических (21 направление) и сквозных (7 направлений) технологий, относящихся к различным сферам исследований.

В рамках Указа Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» описываются основные принципы государственной политики в области научно-технологического развития [3]. Констатируется, что в современных условиях обеспечение технологического суверенитета должно опираться на национальную технологическую базу, а реализация инициатив требует мер, направленных на повышение эффективности научных расходов. Следует отметить, что указанные меры реализуются не только федеральными, но и региональными органами власти; таким образом, региональная научно-техническая политика должна отражать цель по обеспечению эффективности научных исследований.

Проведенный анализ позволил обобщить обнаруженные практики, объединив их в единую модель влияния научно-технической политики в регионе на обеспечение технологического суверенитета (см. рис. 1).

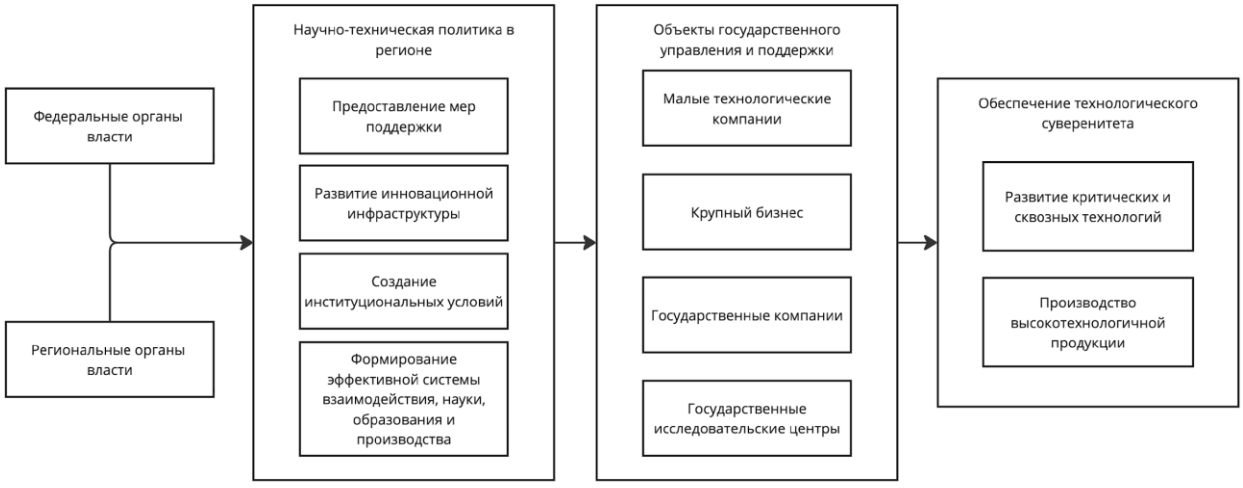


Рис. 1. Модель влияния научно-технической политики в регионе на обеспечение технологического суверенитета

В рамках модели схематически представлена взаимосвязь между действиями, предпринимаемыми региональными и федеральными органами власти, направленными на конечный результат процесса обеспечения технологического суверенитета.

Представленная схема взаимодействия является многоступенчатой, поскольку действия, применяемые со стороны региональных и федеральных властей, не отражаются напрямую на процессе обеспечения технологического суверенитета. В рамках проводимой научно-технической политики объекты государственного управления и поддержки в лице малых технологических компаний, крупного бизнеса, государственных компаний и государственных исследовательских центров стимулируются с помощью внешних мер, позволяющих ускорить создание и развитие критических и сквозных технологий, а также увеличивать объем

производимой высокотехнологичной продукции, что является двумя параллельными формами обеспечения технологического суверенитета.

Как видно из модели, комплекс мер, применяемых на региональном и федеральном уровнях, составляет научно-техническую политику в конкретном регионе. Их можно условно разделить на предоставление мер поддержки, развитие инновационной инфраструктуры, создание и развитие институциональных условий, а также формирование эффективной системы взаимодействия науки, образования и производства.

Предоставляемые меры поддержки могут иметь достаточно разнообразный характер; тем не менее в большинстве регионов они сводятся к финансовым льготам в виде кредитов или налоговых послаблений, а также к федеральным и региональным программам.

Развитие инновационной инфраструктуры влияет на общий уровень и интенсивность появления новых технологий. Под инновационной инфраструктурой подразумевается совокупность организаций, которые способствуют осуществлению инновационной деятельности, – их разнообразие достаточно велико: технопарки, технологические инкубаторы, технополисы, венчурные фонды, ИПК и прочие типы [4]. Под созданием институциональных условий мы подразумеваем комплекс законодательных мер, направленных на упрощение ведения деятельности и внедрения инноваций, а также устранение избыточного государственного регулирования в случаях, где оно избыточно.

Помимо этого, важно обеспечивать эффективное взаимодействие между наукой, образованием и производством – его выстраивание относится прежде всего к компетенциям региональных властей, владеющих необходимыми знаниями, ресурсами и налаженными контактами взаимодействия. В Концепции выделено понятие «экосистема технологического развития», обозначающее совокупность субъектов экономической и научной деятельности, выстраивающих на основе сетевых взаимодействий общий набор технологий и разрабатывающих инновационные продукты; необходимо способствовать выстраиванию подобных экосистем в регионах, имеющих высокий технологический потенциал.

Таким образом, проводимая в регионе научно-техническая политика влияет на процесс обеспечения технологического суверенитета страны как за счет ускорения создания и развития критических и сквозных технологий, так и увеличения объемов выпуска инновационной продукции.

Следует отметить, что в связи с неравномерностью развития российских регионов их вклад в итоговое распределение произведенной инновационной продукции кратно отличается – объем отдельных регионов непропорционально высок, в то время как объем большинства регионов по сравнению с ними несущественен (см. в качестве примера табл.).

Выборочные значения производимых инновационных товаров, работ и услуг по отдельным регионам

Регион	Объем инновационных товаров, работ и услуг за 2024 г., млн руб.
г. Москва	1 628 525,4
Республика Татарстан	1 401 605,5
Московская область	991 425,5
г. Санкт-Петербург	643 904,1
Белгородская область	219 966,9
Республика Башкортостан	220 612,7
Костромская область	4 533,1
Республика Дагестан	1396,9
Республика Бурятия	752,4

В таблице выборочно представлены регионы с различными уровнями производимой инновационной продукции: в то время как г. Москва как регион-лидер производит объем инновационной продукции на 1 628 525,4 млн руб., такие регионы, как Костромская область,

Республика Дагестан и Республика Бурятия, производят несопоставимо меньшие объемы, как и большинство регионов Российской Федерации.

Практическим выводом из представленной в таблице информации является необходимость дальнейшего детального изучения и улучшения проводимой научно-технической политики именно в тех регионах, где объем производимой инновационной продукции является достаточно значимым. Оптимизация научно-технической политики в прочих регионах может точечно изменить ситуацию для отдельных компаний и предприятий, но не даст существенного эффекта на уровне государства.

Однако производимый объем инновационной продукции не всегда включает в себя создание и развитие критических и сквозных технологий. В этой связи необходимо точечно развивать проводимую научно-техническую политику в регионах, где расположены отдельные предприятия и компании, занимающиеся развитием технологий из перечня. В рамках дальнейших исследований перспективным направлением является определение регионов с высоким локализации критических и сквозных технологий.

Отметим роль стандартизации в развитии новых технологий. В рамках реализации научно-технической политики в регионе могут использоваться различные документы, относящиеся к нормативному регулированию, а также меры, связанные с созданием и развитием стандартов качества (см. рис. 2).

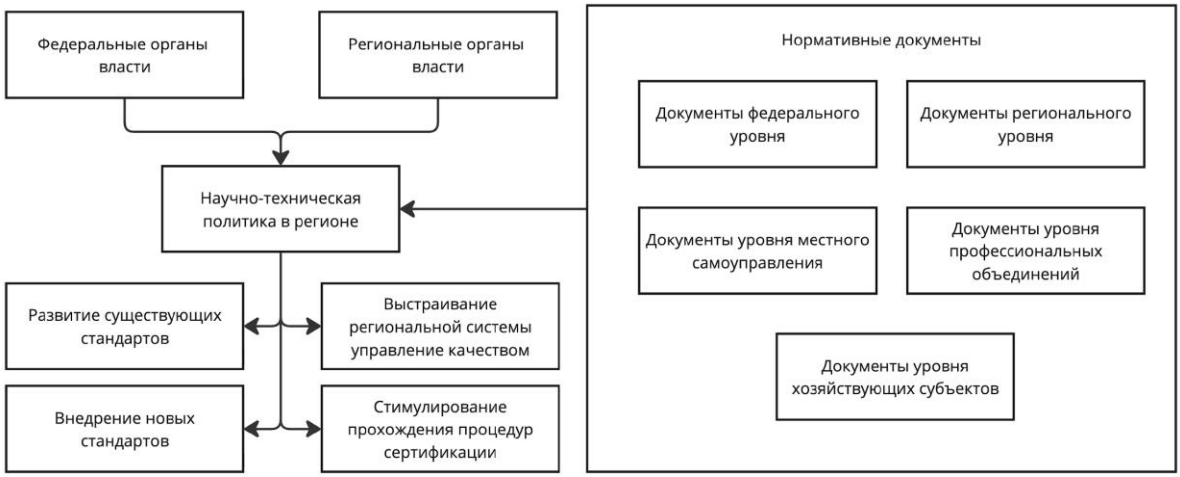


Рис. 2. Роль стандартизации в научно-технической политике в регионе

Предложенная схема отражает влияние компонентов процесса стандартизации на проводимую научно-техническую политику в регионе. Учитывая предложенную ранее модель (см. рис. 1), можно сделать вывод о важности процесса стандартизации как компонента обеспечения технологического суверенитета. В зависимости от применяемого нормативного документа различают уровни управления, на которых осуществляется нормативное регулирование: федеральный, региональный, местного самоуправления, профессиональных объединений и хозяйствующих субъектов.

Документы нормативного регулирования, используемые на различных уровнях в рамках обеспечения стандартизации технологий и продукции, могут быть как обязательными к исполнению, так и добровольного применения. Роль региональных властей в данном случае сводится к принятию региональных законов, актов и прочих нормативных документов, расширяющих используемые в регионе стандарты с учетом потребностей предприятий. Отдельно следует упомянуть добровольные региональные системы сертификации, позволяющие повысить уровень выпускаемых технологичных товаров.

В рамках научно-технической политики региона нормативные документы в первую очередь используются для обеспечения повышения качества продукции, выпускаемой

региональными предприятиями. В этой связи необходимо как стимулировать развитие существующих и внедрение новых стандартов, так и выстраивать комплексную региональную систему управления качеством. Следует не забывать о стимулах для предприятий по прохождению процедур сертификации, обеспечивающих повышение качества и общего уровня выпускаемой продукции.

Выводы

Научно-техническая политика, проводимая в регионе, имеет прямое влияние на процесс обеспечения технологического суверенитета с помощью влияния на объекты государственного регулирования и поддержки. Обоснована необходимость стимулирования создания и развития критических и сквозных технологий как формы обеспечения технологического суверенитета. Предложена модель влияния научно-технической политики в регионе на обеспечение технологического суверенитета.

Показано, что значимость регионов с точки зрения проводимой научно-технической политики не является равной: в качестве дальнейшего направления для исследований предлагается детально анализировать регионы с высокими объемами производимой инновационной продукции.

Раскрыта роль стандартизации в научно-технической политике в регионе с отражением используемых нормативных документов и процедур. Сделан вывод о важности процесса стандартизации как компонента процесса обеспечения технологического суверенитета.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20.05.2023 № 1315-р.
2. Указ Президента Российской Федерации от 18.06.2024 № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий».
3. Указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».
4. Банных Г.А., Запарий В.В. Инноватика государственного и муниципального управления: учебное пособие. / под общ. ред. Г.А. Банных. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2021. 135 с.
5. Статистика Росстата. Раздел «Наука, инновации и технологии», подраздел «Инновации». Росстат, официальный сайт. URL: https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения: 24 сентября 2025 г.).

References

1. Decree of the Government of the Russian Federation dated 05/20/2023 No. 1315-r.
2. Decree of the President of the Russian Federation dated 06/18/2024 No. 529 "On approval of priority areas of scientific and technological development and the list of the most important high-tech technologies".
3. Decree of the President of the Russian Federation dated 02/28/2024 No. 145 "On the Strategy of Scientific and Technological Development of the Russian Federation".
4. Bannykh G.A., Zapariy V.V. Innovation of state and municipal management: a textbook. / under the general editorship of G.A. Bannykh. Yekaterinburg: Ural Publishing House. University, 2021. 135 s.
5. Rosstat statistics. Section "Science, innovation and technology", subsection "Innovation". Rosstat, the official website. URL: https://rosstat.gov.ru/statistics/science (verification date is September 24, 2025).

Для цитирования
Зинуров Р.А. Современные направления алгоритмизации принятия управленческих решений в цифровой экономике / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 381–386.

УДК 65.011.56

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ АЛГОРИТМИЗАЦИИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

Зинуров Р.А., *соискатель кафедры логистики и управления ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань*

В условиях развития цифровой экономики особый вклад в процесс принятия управленческих решений вносят интеллектуальные информационные системы, помогающие анализировать, обосновывать, интерпретировать и систематизировать совокупность информационных потоков, источников данных. В этой связи алгоритмизация принятия управленческих решений в цифровой экономике видится как важная научная и практическая задача для современных промышленных предприятий. В статье исследуются вопросы по разработке методической базы для алгоритмизации принятия управленческих решений в цифровой экономике. Показано, что максимизация функции управления достигается с учетом системы ограничений, включающей величину материальных потоков между объектами производственной системы и ресурсных ограничений. Обосновано, что действенным способом алгоритмизации управленческих решений в рамках производственной программы развития предприятий выступает подход, сочетающий оценки экспертов и результаты решения задач оптимизации производственной системы. Выявлено, что итогом алгоритма интеллектуальной поддержки принятия управленческого решения является решение вопросов по распределению ресурсного и результативного взаимодействия между объектами системы, разработке ключевых показателей эффективности и мониторинга их достижения.

Ключевые слова: алгоритмизация, управленческое решение, интеллектуализация принятия управленческих решений, производственная система, ресурсное взаимодействие, результативное взаимодействие, цифровая экономика.

MODERN DIRECTIONS OF ALGORITHMIZATION OF ADOPTING MANAGEMENT DECISIONS IN THE DIGITAL ECONOMY

Zinurov R.A., *Applicant for a degree at the Department of Logistics and Management, Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia*

In the context of digital economic development, intelligent information systems are of particular importance to the managerial decision-making process. These systems help analyze, substantiate, interpret, and systematize the totality of information flows and data sources. In this regard, the algorithmization of managerial decision-making in the digital economy is seen as an important scientific and practical task for modern industrial enterprises. The article investigates the development of a methodological framework for the algorithmization of managerial decision-making in the digital economy. It is shown that the maximization of the management function is achieved considering a system of constraints, which includes the volume of material flow between objects of the production system and resource constraints. It is substantiated that an effective way to algorithmize managerial decisions within the enterprise development production program is an approach that combines expert assessments and the results of solving production system optimization problems. It is revealed that the outcome of the algorithm for intelligent support of managerial decision-making is solving issues related to the distribution of resource and effective interaction between system objects, developing key performance indicators (KPIs), and monitoring their achievement.

Keywords: algorithmization, management decision, intellectualization of management decision-making, production system, resource interaction, effective interaction, digital economy

Введение

Программа развития предприятий в условиях цифровой экономики является одной из приоритетных научно-технических и организационно-управленческих задач. Совокупность решаемых вопросов в области управления промышленным предприятием широка и разнообразна, охватывает обширный перечень вопросов, начиная от материально-технического, информационного, финансового, кадрового обеспечения производственного процесса и заканчивая вопросами развития производственной инфраструктуры, инвестиций, логистики, научных исследований, инноваций и т.п.

Принятие управленческих решений по вопросам разделения ограниченных ресурсов материального и нематериального характера между объектами и подсистемами промышленного предприятия осуществляется посредством взаимодействия центра управления и объектов производственной системы [1]. В принятии управленческих решений используется два ключевых компонента: количественные данные, содержащие требования и ограничения для производственной системы в числовой форме и качественные данные, полученные на основе экспертных оценок.

В настоящее время в научной литературе сформирован целый пласт исследований, посвященных вопросам разработки алгоритмов принятия управленческих решений в промышленности, среди них отметим работы следующих авторов: Борзова А.С., Иванов Д.В., рассматривающие вопросы построения оптимизационных моделей инвестиционного процесса развития производственной системы [2], Онов В.А., Остудин Н.В., Кошелева Е.В., Белкин К.А., изучающих алгоритмизацию процессов поддержки принятия управленческих решений при решении кадровых вопросов [3], Коровин Е.Н. с соавторами, анализирующие принятие управленческих решений в производственных системах на основе данных информационного мониторинга и прогностических моделей [4] и ряд других научных работ [5–7].

В условиях развития цифровой экономики особый вклад в процесс принятия управленческих решений вносят интеллектуальные информационные системы, помогающие анализировать, обосновывать, интерпретировать и систематизировать совокупность информационных потоков, источников данных. В этой связи алгоритмизация принятия управленческих решений в цифровой экономике видится как важная научная и практическая задача для современных промышленных предприятий.

Основная проблематика статьи

Алгоритм принятия управленческого решения в вопросах производства характеризуется следующими итерациями и взаимодействиями в системе управления. Центр управления обеспечивает постановку цели и задач производственной программы развития предприятия, формирует набор требований к ее осуществлению. К требованиям относятся, например, плановый объем производства, объем инвестиций в производственную инфраструктуру и т.п., а также значения ключевых показателей эффективности для них: $\psi^{j}{}_{o}$, $j = \overline{1,J}$, которые необходимо достигнуть объектам производственной системы при освоении ресурса x_i , $i = \overline{1,I}$, который определяется центром управления.

Как правило, управленческие решения применяются экспертным путем благодаря достижению баланса тех предположений, которые исходят из центра управления: x_i, $i = \overline{1,I}$ и тех потребностей, которые возникают у объектов производственной системы $x_i{}^{o}$, $i = \overline{1,I}$.

Для того чтобы нивелировать издержки, например, издержки неполного освоения ресурсов, инвестиций и т.п., центр управления согласовывает объемы выделяемого ресурса. В этом случае согласование $\tilde{x}_i$, $i = \overline{1,I}$ в интервалах $x_i{}^{\text{мин}} \le x_i \le x_i{}^{\text{макс}}$, $i = \overline{1,I}$.

Система поддержки принятия управленческих решений основывается на применении моделей оптимизации производственной системы. Для этого используются оптимизационные модели, которые объединяют, с одной стороны, ключевые показатели эффективности

производственной программы развития предприятия, с другой стороны, объемы ресурсов, которые устанавливаются центром управления: $\psi_j(x_i)$, $j = \overline{1,J}$.

Таким образом, обеспечивается объединение оценок, полученных экспертным путем, и результатов модели оптимизации. Следовательно, принятие управленческого решения может быть описано решением следующей задачи оптимизации:

$\psi_j(\tilde{x}_i) \rightarrow x_i^{\max}, j = \overline{1,J}$,

$\sum_{i=1}^{I} xi \leq X$,

$x_i^{\text{мин}} \leq \tilde{x}_i \leq x_i^{\text{макс}}$.

Максимизация функции управления достигается с учетом системы ограничений, включающей:

– величину материальных потоков между объектами производственной системы;

– размер ресурсных ограничений (инвестиционных, кадровых, логистических, транспортных, энергетических и др.).

Таким образом, принятие управленческого решения – это комплексная и сложная задача управления, которая требует интеграции таких управленческих функций и процедур, как информационное обеспечение, моделирование, построение прогностических моделей и разработка управленческих мероприятий по совершенствованию предприятия (рис. 1).

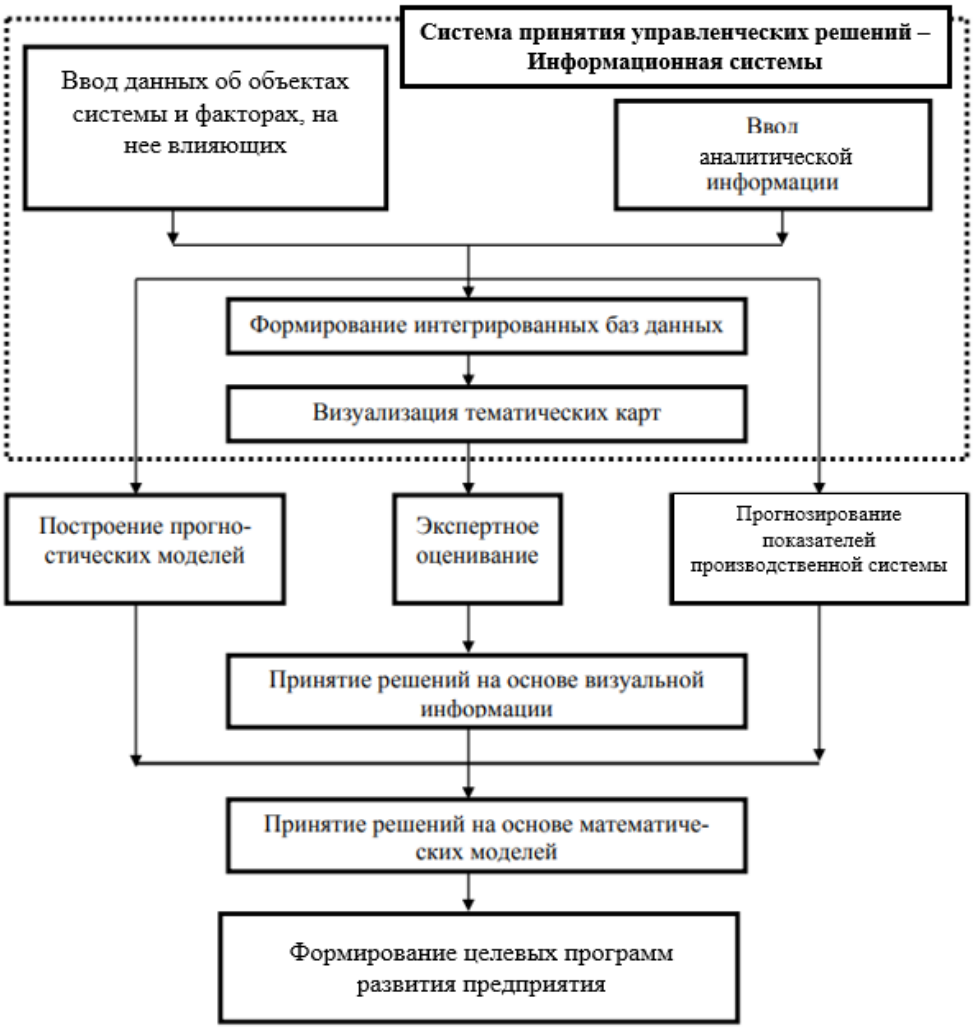


Рис. 1. Блочная схема интеграции управленческих функций и процедур в системе принятия управленческих решений (обобщено автором)

Интенсификация накопления и обработки информационных ресурсов объектов производственной системы с учетом их производственной и территориальной связанности в принятии управленческих решений оказывает влияние на эффективность работы

производственной и организационной системы предприятия. В этой связи в принятии управленческих решений назревает необходимость в выстраивании способа коммуникаций между объектами производственной системы с применением интеллектуальных информационно-аналитических систем.

Касательно производственных систем результатом подобного рода коммуникации выступает процесс влияния работы одних объектов производственной системы на другие, которые находятся во взаимосвязи. Следовательно, совокупность связей и взаимодействий объектов производственной системы формируют признак их производственно-пространственной связанности. В этой связи целесообразным видится представить алгоритм интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений по ресурсному и результативному взаимодействию объектов производственной системы. Следовательно, показатели объема ресурсов и достигаемого результата выступают как симбиоз в производственной системе в поддержке принятия управленческих решений. Предлагаемый алгоритм включает ряд последовательно реализуемых этапов, состав которых отражен на схеме (рис. 2).

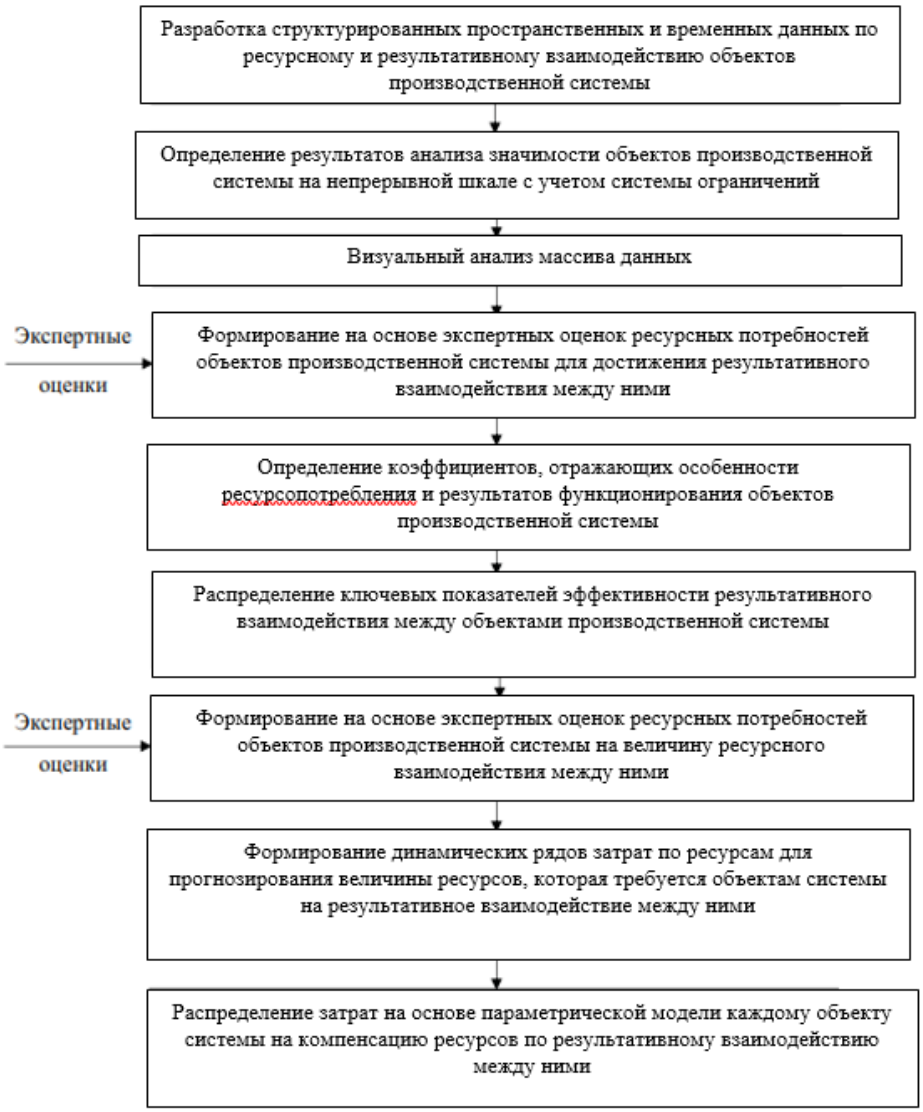


Рис. 2. Блочная схема алгоритма интеллектуальной поддержки принятия управленческого решения по ресурсному и результативному взаимодействию объектов производственной системы (обобщено автором)

Таким образом, алгоритм интеллектуальной поддержки принятия управленческого решения по ресурсному и результативному взаимодействию объектов производственной

системы охватывает широкий спектр практических вопросов и производственных, управленческих задач, начиная с разработки структурированных пространственных и временных данных по ресурсному и результативному взаимодействию объектов производственной системы и заканчивая распределением на основе параметрической модели затрат по каждому объекту производственной системы на компенсацию ресурсов по результативному взаимодействию между ее объектами. Рассмотренный алгоритм может лежать в основе фундаментальной базы алгоритмизации принятия управленческих решений в производстве, повышая гибкость, качество и целевую направленность принимаемых решений.

Заключение

Таким образом, по результатам проведенного исследования следует обозначить следующие выводы. Во-первых, максимизация функции управления достигается с учетом системы ограничений, включающей величину материальных потоков между объектами производственной системы и ресурсных ограничений. Во-вторых, действенным способом алгоритмизации управленческих решений в рамках программы производственной программы развития предприятий выступает подход, сочетающий оценки экспертов и результаты решения задач оптимизации производственной системы. В-третьих, конечным итогом алгоритма интеллектуальной поддержки принятия управленческого решения по ресурсному и результативному взаимодействию объектов производственной системы с применением критериальных оценок значимости объектов производственной системы при взаимодействии ее объектов являются эффективные управленческие решения по распределению ресурсного и результативного взаимодействия между объектами системы, разработке ключевых показателей эффективности и мониторинга их достижения.

Список литературы

1. Львович Я.Е., Львович И.Я., Чопоров О.Н. Оптимизация цифрового управления в организационных системах: коллективная монография. – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2021. – 191 с.
2. Борзова А.С., Иванов Д.В. Оптимизационное моделирование инвестиционного процесса развития отраслевой организационной системы гражданской авиации // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2021. № 99(1). С. 7–8.
3. Онов В.А., Остудин Н.В., Кошелева Е.В., Белкин К.А. Моделирование и алгоритмизация процессов поддержки принятия управленческих решений в сфере подготовки и работы с кадрами // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2019. № 2. С. 94–104.
4. Коровин Е.Н., Новикова Г.А., Родионов О.В., Фролов В.Н. Алгоритмизация принятия управленческих решений в социально-экономических системах на основе данных информационного мониторинга и прогностических моделей // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 4. С. 4–8.
5. Кудрявцева С.С. Подготовка кадров для регионального промышленного комплекса в условиях цифровой экономики // Казанский педагогический журнал. 2019. № 5 (136). С. 25–30.
6. Хайбуллина А.Н., Барсегян Н.В. Принципы построения информационной логистической системы на предприятии // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2023. № 1 (67). С. 180–185.
7. Франтасов Д. Н., Лёшин Н. С., Прокопов А. В. Применение экспертной системы для оптимизации управления объектами в реляционной базе данных // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 4(85). С. 64–75.

References

1. L’vovich Y.E., L’vovich I.Y., Choporov O.N. Optimizaciya cifrovogo upravleniya v organizacionnyh sistemah [*Optimization of digital control in organizational systems*]: collective monograph. Voronezh: Scientific Book Publishing House, 2021. 191 p.
2. Borzova A.S., Ivanov D.V. Optimizacionnoe modelirovanie investicionnogo processa razvitiya otraslevoj organizacionnoj sistemy grazhdanskoj aviacii [*Optimization modeling of investment process development of civil aviation industry organizational system*]. Modelirovanie, optimizaciya i informacionnye tekhnologii. 2021. no. 99(1). pp. 7–8.

3. Onov V.A., Ostudin N.V., Kosheleva E.V., Belkin K.A. Modelirovanie i algoritmizaciya processov podderzhki prinyatiya upravlencheskih reshenij v sfere podgotovki i raboty s kadrami [*Modeling and algorithmization of management decision support processes in personnel training and management*]. Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MChS Rossii. 2019. no. 2. pp. 94–104.
4. Korovin E.N., Novikova G.A., Rodionov O.V., Frolov V.N. Algoritmizaciya prinyatiya upravlencheskih reshenij v social'no-ekonomicheskih sistemah na osnove dannyh informacionnogo monitoringa i prognosticheskih modelej [*Algorithmization of management decision-making in socio-economic systems based on information monitoring data and predictive models*]. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2010. Vol. 6. no. 4. pp. 4–8.
5. Kudryavtseva S.S. Podgotovka kadrov dlya regional'nogo promyshlennogo kompleksa v usloviyah cifrovoj ekonomiki [*Personnel training for regional industrial complex in digital economy*]. Kazanskij pedagogicheskij zhurnal. 2019. no. 5 (136). pp. 25–30.
6. Khaibullina A.N., Barsegyan N.V. Principy postroeniya informacionnoj logisticheskoj sistemy na predpriyatii [*Principles of building an information logistics system at the enterprise*]. Innovacionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya. 2023. no. 1 (67). pp. 180–185.
7. Frantasov D.N., Lyoshin N.S., Prokopov A.V. Primenenie ekspertnoj sistemy dlya optimizacii upravleniya ob"ektami v relacionnoj baze dannyh [Application of an expert system for optimizing the management of objects in a relational database]. Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya. 2025. no. 4 (85). pp. 64–75.

Для цитирования
Исаева А.Д. Интеграция цифровых технологий в аудиторскую практику / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 387–390.

УДК 004.91

ИНТЕГРАЦИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АУДИТОРСКУЮ ПРАКТИКУ

Исаева А.Д., *аспирант ФГБОУ ВПО МАИ, советник генерального директора АО «РТ-Техприемка», Россия, Москва*

В условиях активного развития цифровых технологий происходит трансформация всех сфер экономической деятельности, включая аудиторскую практику. Интеграция цифровых решений в процесс аудита требует формирования новых подходов и регулятивных механизмов, направленных на достижение поставленных целей аудита и обеспечение объективности аудиторских заключений и эффективности аудиторской деятельности в целом.

Ключевые слова: аудит, информационная система, система менеджмента, риски, коррекция, корректирующие действия

INTEGRATION OF DIGITAL TECHNOLOGY INTO AUDIT PRACTICE

Isaeva A.D., *Postgraduate Student of the Moscow Aviation Institute, Advisor to the General Director of RT-Tekhnopriemka JSC, Moscow*

In the context of the active development of digital technologies, all areas of economic activity, including audit practice, are undergoing transformation. The integration of digital solutions into the audit process requires the development of new approaches and regulatory mechanisms aimed at achieving the objectives of audit and ensuring the objectivity of audit reports and the effectiveness of audit activities in general.

Keywords: audit, information system, management system, risks, correction, corrective actions.

Аудитирование является средством оценивания результативности системы менеджмента качества (СМК) с целью выявить риски и установить, выполняются ли требования[1]. Известно, что аудит – это систематический и независимый процесс проверки операций, продуктов, услуг или СМК, чтобы определить, соответствуют ли они установленным стандартам, требованиям и критериям, выявляя отклонения и слабые места для последующего улучшения [1], в отличие, например, от мониторинга, в ходе которого осуществляется непрерывный сбор данных для отслеживания текущего состояния [2].

Аудит служит инструментом мониторинга, предоставляя объективную оценку эффективности СМК, процессов, безопасности или корпоративного управления, помогая организации достигать стабильности качества и удовлетворенности потребителей. Традиционные методы аудита, которые требуют значительных временных и трудовых затрат, постепенно уступают место цифровым инструментам, позволяющим выполнять аудит с высокой точностью и минимальным участием человека [3].

Так в [4] представлен подход к разработке системы с адаптивной структурой для проведения внутреннего аудита с использованием цифровых технологий, основанных на онтологическом методе SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers). Данный метод позволяет систематизировать аудиторские процессы, повысить их прозрачность и эффективность за счет интеграции современных цифровых решений, таких как Big Data, искусственный интеллект и семантическое моделирование.

Основными целями, подталкивающими организации, занимающиеся аудитами систем менеджмента, к интеграции цифровых решений в аудиторскую практику, являются:

[1] ГОСТ Р ИСО 9000–2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – М.: Стандартинформ, 2019. IV, 48 с.

1. Обеспечение эффективного контроля и управления процессами аудита (первой, второй и третьей стороной), включая: работу с коррекцией, корректирующими и предупреждающими действиями; отслеживание статуса изменений и работы с несоответствиями; развитие систем управления организацией в области качества за счет использования цифровых инструментов для анализа и визуальной интерпретации данных в реальном времени.

2. Улучшение доступности информации: формирование единого цифрового пространства для участников процесса аудита; унификация и стандартизация документации, подходов, требований к процессу аудита, обеспечение прозрачности всех стадий процесса аудита; применение интерактивных дашбордов и графиков для наглядного представления информации о ходе аудита, выявленных рисках и рекомендациях.

3. Оптимизация затрат: снижение трудоемкости процессов делопроизводства, формирования отчетности и контроля этапов аудита за счет цифровизации; автоматизация формирования аналитических отчетов по результатам аудита.

4. Повышение прозрачности на всех этапах: ведение истории изменений документов и данных, чтобы можно было отследить, кто, когда и какие изменения внес; формирование отчетов в структурированном формате, доступном для анализа и проверки; обеспечение подлинности документов и действий участников аудита через цифровые подписи.

Эти меры нацелены на повышение доверия к аудиту, обеспечение его объективности и соответствия стандартам по проведению аудита[2].

Проведенный анализ функционирования сертификационных органов, организаций, проводящих аудиты первой и второй стороны на соответствие требованиям стандартов по системам менеджмента[3], показал, что в подавляющем большинстве случаев используются разрозненные инструменты (MS Excel, бумажный документооборот), нестандартизированные формы отчетности, что приводит к дублированию однотипных действий по оформлению и контролю за процессом аудита, а также создает ряд критических проблем: снижает эффективность работы и влечет за собой риск утраты важных данных. и несоблюдения регламентных сроков исполнения всех этапов.

Самое важное – тратится время на поддержку процесса, отчетности и подготовки деятельности в ущерб полезной работе, косвенно понижая мотивацию и эффективность. При этом руководители не могут контролировать процессы в режиме реального времени, т. к. данные не консолидируются и не анализируются для принятия решений, а собираются вручную, что влечет за собой снижение прослеживаемости и производительности.

Внедрение современных цифровых систем способно кардинально изменить ситуацию в сфере аудиторской деятельности. Автоматизация рутинных процессов и отчетности позволяет существенно повысить производительность труда, улучшить удовлетворенность персонала и, как следствие, качество предоставляемых услуг. Цифровые решения способны обеспечивать объективную картину состояния всех этапов и результатов аудита, что создает основу для превентивного управления и принятия своевременных управленческих решений.

Основные этапы создания автоматизированной системы по аудитам включают (рис.1):

1. Цифровизация основных форм и используемых реестров/ справочников;

2. Формирование алгоритма оценки и ТЗ;

3. Разработка программного обеспечения (ПО), его тестирование, опытная и промышленная эксплуатация.

На этапе цифровизации основных форм и используемых реестров/справочников решаются задачи, связанные с основными рутинными этапами аудита и стандартизацией применяемых отчетных форм, достигаемое целевое состояние по итогам выполнения этапа 1 приведено на рис. 2.

[2] ГОСТ Р ИСО 19011–2021 Оценка соответствия. Руководящие указания по аудиту систем менеджмента. – М.: Стандартинформ, 2021. V, 35 с.

[3] ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2020. VIII, 23 с.

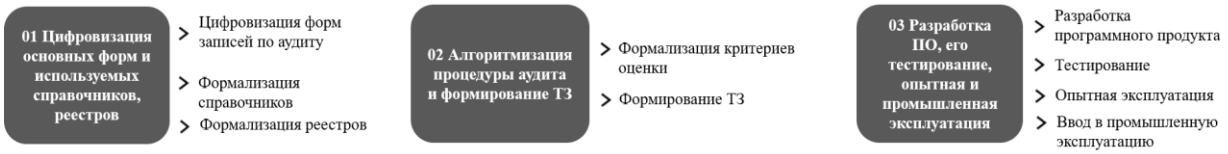


Рис. 1. Основные этапы создания автоматизированной системы по аудитам

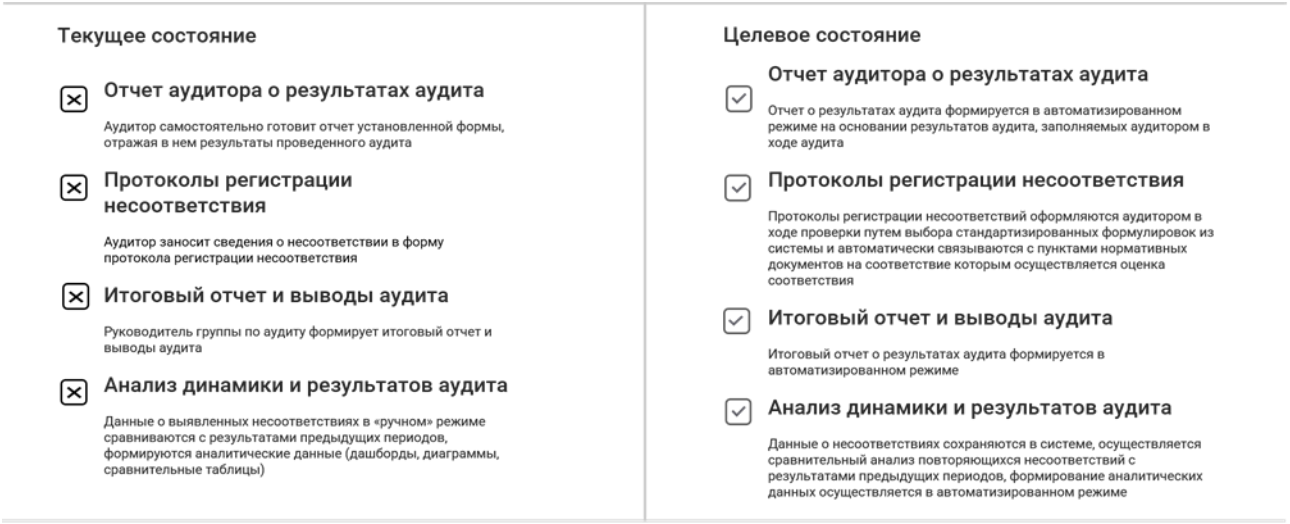


Рис. 2. Достигаемое целевое состояние по итогам выполнения этапа 1

На этапе формирования алгоритма оценки и технического задания (ТЗ) осуществляется разработка ТЗ[4], включающего в т.ч. алгоритмизацию процесса оценки и формирования критериев оценки с учетом необходимой доказательной документации по каждому критерию аудита.

Критерии оценки разрабатываются для каждого критерия аудита, в качестве которых выступают требования национальных, государственных военных, межгосударственных, международных стандартов, устанавливающие требования к системам менеджмента организаций оборонной, авиакосмической, авиационной и др. отраслей промышленности.

Важным инструментом для эффективного определения критериев оценки результатов аудита на соответствие требованиям стандартов используются анкеты, чек-листы, планы проверок и их цифровизация.

В процессе внедрения автоматизированных систем аудита необходимо учитывать следующие ключевые риски:

1. Методологические риски, связанные с некорректным определением критериев оценки систем менеджмента организаций, что может привести к искажению результатов аудита и формированию недостоверных выводов.

2. Технологические риски, обусловленные несовершенством программного обеспечения и алгоритмов обработки данных, включая возможные ошибки в работе автоматизированных систем и сбои в функционировании программных компонентов.

3. Информационные риски, возникающие вследствие: недостаточного объема данных, собираемых в ходе аудиторской проверки; ограниченности временных ресурсов для полноценной оценки всех критериев; неполноты информационной базы для достоверной оценки систем менеджмента.

4. Субъективные риски, связанные с возможностью манипулирования данными при заполнении анкет самооценки; предвзятостью при предоставлении информации со стороны проверяемых организаций, искажением исходных данных в процессе их сбора и обработки.

[4] ГОСТ 34.602-2020 Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы. – М.: Российский институт стандартизации, 2022. III, 8 с.

5. Риски, связанные с человеческим фактором, определяемые уровнем профессиональной подготовки аудиторов, включая: недостаточную квалификацию специалистов в области применения автоматизированных систем; различия в подходах к проведению аудита; субъективность оценки при интерпретации результатов автоматизированной обработки данных.

Для минимизации указанных рисков необходимо:

– разработать четкие методологические основы оценки;

– обеспечить качество разработки программного обеспечения;

– предусмотреть механизмы верификации данных;

– провести обучение персонала работе с автоматизированными системами;

– внедрить систему контроля качества аудита.

В заключение следует подчеркнуть, что интеграция цифровых технологий в аудиторскую практику представляет собой не просто модернизацию существующих процессов, а фундаментальную трансформацию всей аудиторской деятельности. Успешная реализация данного направления требует комплексного подхода, включающего стандартизацию процедур, совершенствование механизмов регулирования и повышение квалификации специалистов.

Внедрение цифровых решений позволит не только оптимизировать рабочие процессы и повысить эффективность аудита, но и создать прочную основу для развития новых методологических подходов в аудиторской деятельности. При этом ключевым фактором успеха выступает сбалансированное сочетание инновационных технологий с традиционными методами аудита, что обеспечит сохранение высокого качества аудиторских услуг при одновременном повышении их доступности и результативности.

Дальнейшее развитие цифровизации аудита должно осуществляться с учетом необходимости обеспечения информационной безопасности, защиты данных и соблюдения стандартов по аудиту. Только при соблюдении этих условий возможно достижение главной цели – повышения качества аудиторских услуг и обеспечения достоверности результатов проверок в условиях цифровой экономики.

Таким образом, процесс интеграции цифровых технологий в аудиторскую практику является неизбежным и закономерным этапом развития этой деятельности, открывающим новые перспективы для совершенствования методологии аудита и повышения его эффективности в современных экономических условиях.

Список литературы / References

1. Боташева Л.Х., Лифановская О.В. Перспективные направления совершенствования системы внутреннего контроля в целях ПОД/ФТ/ФРОМУ на предприятиях финансового сектора // Вестник евразийской науки. 2025. Т. 17, № s3. С. 56. /
   Botasheva L.Kh., Lifanovskaya O.V. Promising directions for improving the internal control system for the purposes of AML/CFT/CFMD at financial sector enterprises. The Eurasian Scientific Journal. 2025;17(s3).
2. Бурый А.С. Структуризация систем мониторинга информационных ресурсов // Правовая информатика. 2023. № 1. С. 52-61. /
   Buryi A.S. Strukturizaciya sistem monitoringa informacionnyh resursov. Legal Informatics. 2023;1:52-61.
3. Глухова Т.В., Ломакин И.Н. Проблемы и перспективы цифровизации стандартизации в различных отраслях производства // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 6(81). С. 102-106. /
   Glukhova T.V., Lomakin I.N. Problemy i perspektivy cifrovizacii standartizacii v razlichnyh otraslyah proizvodstva. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2024; 6(81):102-106.
4. Шмелёва А.Н. Создание адаптивной структуры для реализации внутрикорпоративного аудита посредством интеграции цифровых решений, основанных на онтологическом принципе SIPOC// Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 2(83). С. 60–65. /
   Shmeleva A.N. Creation of an adaptive structure for implementing internal audit through the integration of digital solutions based on the SIPOC ontological principle. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2025;2(83):60–65.

Для цитирования
Конюхов В.Ю., Рогов В.Ю., Опарина Т.А. Формирование системы ресурсопользования в аспекте устойчивого развития промышленной системы / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 391–394.

УДК 338.45.01

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЕСУРСОПОЛЬЗОВАНИЯ В АСПЕКТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ СИСТЕМЫ

Конюхов В.Ю., *канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Россия, Иркутск*
Рогов В.Ю., *д-р экон. наук, профессор ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Россия, Иркутск*
Опарина Т.А., *аспирант, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Россия, Иркутск*

Процессы стандартизации получили распространение на область устойчивого развития и ресурсосбережения. Ресурсосбережение рассматривается как важнейшее направление устойчивого развития. Предложено заменить раздел «Экология» в национальных стандартах устойчивого развития на раздел «Ресурсосбережение», поскольку в нем имеется собственное содержание для хозяйствующих субъектов. Предложено гармонизировать стандарты систем менеджмента качества и менеджмента ресурсосбережения, учитывая тесную взаимосвязь обоих направлений стратегического менеджмента организаций.

Ключевые слова: стандартизация, устойчивое развитие, менеджмент ресурсосбережения, менеджмент качества.

FORMATION OF A RESOURCE USE SYSTEM IN THE ASPECT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AN INDUSTRIAL SYSTEM

Konyukhov V.Yu., *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Irkutsk National Research Technical University, Russia, Irkutsk*
Rogov V.Yu., *Doctor of Economics, Professor, Irkutsk National Research Technical University, Russia, Irkutsk*
Oparina T.A*., postgraduate student, Irkutsk National Research Technical University, Russia, Irkutsk*

Standardization processes have been extended to the field of sustainable development and resource conservation. Resource conservation is considered as the most important direction of sustainable development. It is proposed to replace the section "Ecology" in the national standards of sustainable development with the section "Resource conservation", since it has its own content for business entities. It is proposed to harmonize the standards of quality management systems and resource conservation management, taking into account the close relationship between both areas of strategic management of organizations.

Keywords: standardization, sustainable development, resource conservation management, quality management.

Исследованию проблем устойчивого развития организаций посвящена обширная масса публикаций (напр.: [1], [2], [3], [5] и др.). Примечательно, что процессы стандартизации в настоящее время распространяются на деятельность организаций, связанную с их устойчивым развитием. Одним из стимулирующих мотивов, побуждающих компании формировать свою

деятельность в контексте устойчивого развития, является инвестиционный. Для привлечения крупных инвестиций на фондовых биржах таковые в числе требований для включения в листинг предоставляют сведения нефинансового характера, включая данные о загрязнении окружающей среды, природоохранной деятельности, раскрытие социальных аспектов деятельности организации.

Среди методических разработок, способствующих формированию инструментария устойчивого развития организаций, выделяется ESG (Environmental Social Governance) – это набор практических инструментов и критериев, которые помогают компаниям достигать целей устойчивого развития, а инвесторам – оценивать их эффективность и риски. Среди отечественных рекомендательных документов, способствующих формированию в организациях системы менеджмента, ориентированного на философию устойчивого развития, следует отметить ПНСТ 924–2024. Предварительный национальный стандарт Российской Федерации. Устойчивое развитие. Термины и определения [4].

В целях оказания содействия российским организациям при подготовке и раскрытии отчетности об устойчивом развитии, в том числе в качестве нефинансовой отчетности, комплексно раскрывающей информацию, связанную с устойчивым развитием, в 2024 году Министерством экономического развития России был разработан проект стандарта отчетности об устойчивом развитии.

Анализ состава показателей и терминов, рекомендуемых для разработки корпоративных документов по устойчивому развитию, показывает, что основной акцент в настоящее время делается на объемных показателях отходов, выбросов, сбросов загрязнителей в окружающую среду, а не на оценке эффективности использования природных ресурсов. В упомянутом проекте стандарта отчетности об устойчивом развитии предлагается раскрывать информацию об объемах водопотребления, объемах отходов. Между тем более важными и содержательными для анализа деятельности организаций-ресурсопользователей являются удельные показатели расхода потребляемых ресурсов в расчете на единицу продукции, размеры отходов на единицу продукции в натуральном и стоимостном выражении. Сам раздел «Экология» в стандартах отчетов по устойчивому развитию следует заменить на «Ресурсосбережение», в котором экологические показатели присутствуют наряду с показателями эффективности потребления природных ресурсов. Следует понимать, что размещение отходов (выбросов, сбросов) в окружающей среде является лишь одним из видов использования природных ресурсов. Между тем экономное, эффективное использование природной ресурсной массы является условием устойчивого развития как организации-ресурсопользователя, так и проживающего населения, его нынешнего и будущих поколений.

По сути, ограничение проблемы устойчивого развития в части взаимодействия природы и общества задачами ограничения выбросов загрязнителей позволяет дискриминировать страны, регионы и компании, специализированные на добыче и первичной переработке природных ресурсов со стороны потребителей получаемой ресурсной массы. При этом держателями наилучших используемых технологий являются регионы-потребители.

Согласно упомянутому ПНСТ 924–2024 устойчивое развитие организации (предприятия) – это развитие, при котором минимизируется воздействие на окружающую среду, согласованное социальными и экономическими потребностями всех заинтересованных сторон, и принимаются все меры по экономии ресурсов и повышению эффективности их использования [4]. Нетрудно представить, что финансовое положение предприятия сферы природопользования должно зависеть от того, насколько рационально оно использует природные ресурсы. От эффективности использования природных ресурсов в конечном счете зависит и социальное развитие трудового коллектива и региона размещения производства. Разумеется, что для создания такой гармоничной модели должна быть пересмотрена вся инвестиционная политика и налоговая система, включая платежи за использование природных ресурсов и загрязнение окружающей среды, инвестиционная политика государства.

Обращение к складывающейся методологии устойчивого развития применительно к организациям (предприятиям), по нашему мнению, имеет то принципиальное

(фундаментальное) значение, которое заставляет обратиться при составлении планов и отчетов к стандартизированной (в свое время) методологии составления сбалансированных планов развития предприятий (техпромфинпланов). Техпромфинплан предприятия включал следующие разделы: план развития техники и организации производства; план производства и реализации продукции; план материально-технического снабжения; план по труду и заработной плате; план по себестоимости продукции и рентабельности производства; финансовый план; план социального развития коллектива. Среди множества балансов выделяется прогнозный бухгалтерский баланс. Применительно к проблеме рационализации ресурсопользования отметим необходимость иметь на предприятиях актуальные материальные балансы (в соответствии с особенностями технологии), систему норм и нормативов, увязанную с другими разделами плана, включая план развития техники и организации производства. В условиях цифровизации систем управления обращение к методологии сбалансированного планирования позволяет более обоснованно разрабатывать и эффективно реализовывать стратегии устойчивого развития, используя множество стандартизированных процедур и математических моделей в составе автоматизированных и интеллектуализированных систем управления организацией.

В концептуальном аспекте следует отметить, что деятельность по ресурсосбережению, будучи объективно тесно связанной с управлением качеством в организации, является интегрирующей в отношении других видов и проблемных аспектов. «Категории «качество» и «ресурсосбережение», – отмечает Цховребов Э.С., – тесно взаимоувязаны в системе организации и управления производством. Экономия ресурсов на всех уровнях управления обращением продукции, материалов, сырья является одной из важнейших задач стратегического менеджмента [6, С.129]. Следовательно, возможна и необходима гармонизация стандартов менеджмента качеством и менеджмента ресурсосбережения на общей методологической основе, в качестве которой выступает процессный подход. И если в отношении стандартизации менеджмента качества имеется обширный материал публикаций и накоплен практический опыт, то в отношении процессов управления ресурсосбережением наблюдается своего рода методическая пустыня. Принятые межгосударственные и национальные стандарты в области ресурсосбережения не позволяют с учетом их правового статуса системно и комплексно организовывать и регулировать процессы ресурсосбережения. В качестве примера комплексного подхода к созданию в КНР национальной системы стандартов можно привести «Зеленый стандарт» GBAS (National standard system: Green Standard GBAS) и нормативные акты в сфере использования природных и вторичных ресурсов. Ресурсосберегающие инвестиции здесь осуществляются через создание специального инвестиционного фонда (формируемого за счет 20% поступлений амортизационных отчислений) для финансирования программ ресурсосбережения. Понятно, что для получения доступа к такого рода инвестициям требуется упорядоченная (стандартизированная) система учета, отчетности и планирования ресурсосберегающей деятельности.

Список литературы

1. Золотухин Д.В. Устойчивое развитие предприятия. Методология и практика применения // Финансовые рынки и банки. – 2023.– № 3. – С.94–98.
2. Колобов А.В. Ключевые принципы устойчивого развития бизнес-системы предприятия // Управленческие науки = Management Sciences in Russia. 2020; 10(3):21–32. DOI: 10.26794/2404-022X-2020-10-3-21-32.
3. Мацнева Е.Р., Магарил Е.Р. Устойчивое развитие промышленного предприятия: понятие и критерии оценки // Вестник УрФУ. Серия «Экономика и управление». 2012. № 5. С. 25–33.
4. ПНСТ 924–2024. Предварительный национальный стандарт Российской Федерации. Устойчивое развитие. Термины и определения.
5. Салимова Т.А., Гудкова Д.Д. Инструментарий оценки устойчивого развития организации // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2017. Т. 10. – № 5. – С. 151–160. DOI: 10.18721/JE.10514.
6. Цховребов Э.С. Ресурсосбережение: основные этапы становления, теории и методы, тенденции и перспективы развития в промышленности и строительной индустрии России. Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. Вып. 1. С. 112–158. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.1.112–158.

References

1. Zolotukhin D.V. Sustainable development of the enterprise. Methodology and application practice // Financial markets and banks. 2023. No. 3. Pp. 94–98.
2. Kolobov A.V. Key principles of sustainable development of the enterprise's business system // Management Sciences = Management Sciences in Russia. 2020;10(3):21-32. DOI: 10.26794/2404-022X-2020-10-3-21-32.
3. Matsneva E.R., Magaril E.R. Sustainable development of an industrial enterprise: concept and evaluation criteria // Bulletin of UrFU. Economics and Management series. 2012. No. 5. Pp. 25–33.
4. PNST 924–2024. Preliminary national standard of the Russian Federation. Sustainable development. Terms and definitions.
5. Salimova T.A., Gudkova D.D. Tools for assessing the sustainable development of an organization // Scientific and Technical Bulletin of St. Petersburg State Pedagogical University. Economic sciences. 2017. Vol. 10, No. 5. Pp. 151–160. DOI: 10.18721/JE.10514.
6. Tskhovrebov E.S. Resource conservation: the main stages of formation, theories and methods, trends and prospects of development in industry and the construction industry of Russia Bulletin of MGSU. 2020. Vol. 15. Issue 1. pp. 112–158. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.1.112–158.

Для цитирования
Козлова А.Т., Дмитриева Д.С. Концептуальные основы устойчивого развития экономических систем в авиационной отрасли: международные тенденции и перспективы для России / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 395–401.

УДК 338.47

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ: МЕЖДУНАРОДНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ РОССИИ

***Козлова А.Т.**, канд. экон. наук, доцент, директор центра управления качеством, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань*
***Дмитриева Д.С.**, студент 1 курса магистратуры, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань*

В статье представлена роль стандартизации и технического регулирования в обеспечении устойчивого развития авиационной отрасли. Определены ключевые международные подходы, проанализированы экономические механизмы и тенденции внедрения устойчивого авиационного топлива, цифровизации и развития «зеленых аэропортов». Проанализированы экономические механизмы реализации стандартов, требований к эмиссиям парниковых газов и энергоэффективности воздушных судов. Проанализированы государственные стандарты, определены критические пробелы в нормативной базе и предложены конкретные направления развития национальной системы стандартизации.

Ключевые слова: авиационная отрасль, устойчивое развитие, экономические системы, SAF, CORSIA, стандартизация.

CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ECONOMIC SYSTEMS IN THE AVIATION INDUSTRY: INTERNATIONAL TRENDS AND PROSPECTS FOR RUSSIA

***Kozlova A.T.,** PhD (Econ.), Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan,*
***Dmitrieva D.S.,** 1st-year Master's student, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan*

This article examines the conceptual foundations for the sustainable development of economic systems in the aviation industry. Key international approaches (ICAO LTAG, CORSIA, ReFuelEU Aviation) are identified, and economic mechanisms and trends in the implementation of sustainable aviation fuel (SAF), digitalization, and the development of "green airports" are analyzed. Particular attention is paid to Russian specifics: the first steps in SAF production, existing barriers, and development prospects. Practical recommendations for the transition to sustainable models are offered, taking into account international experience and national characteristics.

Keywords: aviation industry, sustainable development, economic systems, SAF, CORSIA, standardization.

Введение

Авиационная отрасль представляет собой сложную экономическую систему, обеспечивающую мобильность населения, развитие деловых связей и интенсификацию международной торговли. При этом данная отрасль традиционно характеризуется высокой энергоемкостью и значительной экологической нагрузкой. По данным Международного энергетического агентства, в 2023 году на долю авиации приходилось около 2,5% глобальных

выбросов CO_2 [4]. Относительно невысокая величина этого показателя не должна вводить в заблуждение: прогнозируемый рост авиаперевозок к 2040–2050 годам может существенно увеличить антропогенную нагрузку на климатическую систему.

Транспортный сектор занимает важное место в международной повестке устойчивого развития. Цели устойчивого развития ООН (SDG 9 и SDG 13) прямо акцентированы на необходимости формирования экологически ориентированной инфраструктуры и минимизации воздействия транспорта на климат [13]. Авиация, будучи глобальной и институционально сложной отраслью, находится в эпицентре этих трансформационных процессов.

Ведущая роль в отраслевом регулировании принадлежит Международной организации гражданской авиации (ICAO). В 2022 году Ассамблея ICAO утвердила долгосрочную цель – достижение углеродной нейтральности к 2050 году (концепция «net-zero») [12]. Для этого предполагается комплекс мер: совершенствование технических характеристик воздушных судов, внедрение устойчивого авиационного топлива (SAF), оптимизация систем управления воздушным движением и применение экономических механизмов компенсации выбросов, включая схему CORSIA. Последняя предусматривает компенсацию углеродных выбросов авиакомпаниями через приобретение углеродных единиц и использование сертифицированного топлива [11]. Однако в научной литературе отмечается недостаточность одних лишь компенсационных механизмов: без реального технологического перехода на альтернативные виды топлива авиация не сможет обеспечить необходимую декарбонизацию [14].

Европейский союз поддерживает развитие устойчивой авиации на законодательном уровне. Регламент ReFuelEU Aviation устанавливает обязательные нормативы по доле SAF в авиационном топливе – от 2% в 2025 году до 70% в 2050 году [9]. По оценкам Европейского агентства по авиационной безопасности, эти меры могут снизить совокупные выбросы более чем на 60% [10].

Для России вопросы устойчивого развития авиационной отрасли приобретают особую актуальность. Страна активно участвует в международных инициативах ICAO, а государственные программы, включая «Комплексную программу развития авиатранспортной отрасли до 2030 года», предусматривают внедрение экологически ориентированных технологий [5]. Вместе с тем внешнеполитические ограничения последних лет затрудняют доступ к передовым технологическим решениям и иностранным инвестициям. Знаковым событием стало производство в 2025 году первой партии российского SAF компанией «Газпром нефть» [2], хотя для масштабного внедрения устойчивого топлива потребуется развитие производственной инфраструктуры, сертификационной базы и системы экономического стимулирования.

Актуальность исследования обусловлена сочетанием факторов: усилением глобальной климатической повестки, прогнозируемым ростом объемов авиаперевозок, необходимостью интеграции международного опыта и специфическими вызовами для российской авиации. Поскольку авиационная отрасль функционирует как сложная экономическая система, включающая авиакомпании, аэропорты, производителей и государственные органы, устойчивое развитие становится не только экологической, но и стратегической экономической задачей.

Цель работы – выявить концептуальные основы устойчивого развития экономических систем в авиационной отрасли и определить возможности их применения в российских условиях.

Основная проблематика статьи

1. Теоретико-концептуальные основы устойчивого развития

Концепция устойчивого развития, сформулированная в докладе Комиссии Брундтланд, базируется на сбалансированной интеграции экологического, экономического и социального компонентов. Для транспортных систем, включая авиацию, такой триединый подход является

фундаментальным условием долгосрочного развития [1]. О.Ю. Кокурина отмечает, что устойчивость транспортных систем следует рассматривать не только как целевое состояние, но и как системное свойство, обеспечивающее адаптивность в условиях внешних возмущений [6]. Применительно к авиации это означает снижение выбросов парниковых газов и шумового загрязнения, повышение экономической эффективности авиакомпаний и аэропортов, обеспечение безопасности и доступности авиаперевозок для населения.

На международном уровне функционирует система многосторонних инициатив. Цели устойчивого развития ООН определяют стратегический вектор глобальной трансформации. ICAO через программу LTAG (Long-Term Aspirational Goals) обозначила целевой ориентир достижения углеродной нейтральности к 2050 году, а схема CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation) предлагает рыночный механизм компенсации выбросов. В ЕС действует регламент ReFuelEU Aviation, согласно которому доля SAF должна достичь 70% к 2050 году. Эти меры свидетельствуют о понимании устойчивости не как отдельной технологии или инструмента, а как целостной институциональной концепции, интегрирующей различные механизмы регулирования.

Важную роль играют экономические стимулы. В ЕС и США активно применяются налоговые льготы, субсидии и долгосрочные контракты между авиакомпаниями и производителями альтернативного топлива. В России подобные механизмы находятся на начальной стадии разработки. Таким образом, теоретико-концептуальная основа устойчивости авиационной отрасли формируется на стыке международных норм, экономических механизмов и системного взаимодействия государства, бизнес-сообщества и гражданского общества.

2. Международные тенденции и модели

Международная практика демонстрирует несколько ключевых направлений устойчивого развития авиации. Приоритетным является внедрение устойчивого авиационного топлива (SAF). В Европейском союзе установлены жесткие квоты на его использование, в США функционируют налоговые программы для производителей, ведущие авиакомпании заключают долгосрочные оффтейк-контракты на поставку топлива. Основным барьером остаются высокая себестоимость производства и ограниченные производственные мощности [8].

Цифровая трансформация отрасли также набирает темп. Программы SESAR в ЕС и NextGen в США позволяют оптимизировать маршруты полетов, минимизировать задержки и снижать расход топлива. По оценкам ICAO, только за счет цифровизации систем управления воздушным движением можно сократить выбросы на 5–10%.

Формируется концепция «зеленых аэропортов» (green airports). Ведущие международные аэропорты – Heathrow, Changi, объекты группы Swedavia – уже внедрили возобновляемые источники энергии, системы переработки отходов и инфраструктуру для обслуживания SAF. Международный совет аэропортов (ACI) фиксирует, что более 200 аэропортов мира взяли на себя обязательство достичь углеродной нейтральности к 2050 году [7].

Реализация этих мер, однако, сопровождается системными барьерами: высокой капиталоемкостью проектов, несогласованностью национальных нормативных систем и риском роста стоимости авиаперевозок. Это подтверждает необходимость комплексного институционального подхода, а не реализации отдельных изолированных инициатив.

3. Россия: состояние и вызовы

Стратегические ориентиры развития авиационной отрасли в России определены в «Комплексной программе развития авиатранспортной отрасли до 2030 года». В программных документах декларируется необходимость внедрения экологически ориентированных технологий, однако конкретные механизмы реализации находятся на стадии формирования.

Производство первой партии российского SAF компанией «Газпром нефть» в 2025 году – значимое, но пока единичное достижение.

Среди основных вызовов можно выделить отсутствие развитой инфраструктуры для производства и логистики SAF, ограниченный доступ к передовым зарубежным технологиям в условиях санкционного давления, недостаточное развитие национальной сертификационной базы для устойчивого авиационного топлива, отсутствие систематических экономических стимулов для инвесторов. Требуется также создание инфраструктуры для массового блендинга и хранения альтернативного топлива.

Вместе с тем Россия обладает значительным потенциалом для развития устойчивой авиации: богатая сырьевая база для производства биотоплива, формирование специализированных авиационных кластеров (Казань, Ульяновск), перспективы международного сотрудничества в рамках ЕАЭС и БРИКС [3]. Эти факторы создают предпосылки для развития «зеленых» авиационных хабов при условии обеспечения системной государственной поддержки.

4. Роль стандартизации в устойчивом развитии авиационной отрасли

Стандартизация является ключевым институциональным механизмом обеспечения устойчивого развития авиационной отрасли. Она формирует единое нормативно-техническое пространство и обеспечивает гармонизацию требований на международном уровне. В контексте перехода к устойчивым моделям развития значение стандартизации возрастает, поскольку она обеспечивает верифицируемость экологических показателей, сопоставимость результатов различных инициатив и создает условия для формирования доверия между участниками рынка.

На международном уровне стандартизацию в области устойчивой авиации осуществляют несколько институциональных структур. ICAO разрабатывает стандарты и рекомендуемую практику (Standards and Recommended Practices, SARPs) в области эмиссии авиационных двигателей, шумового воздействия и устойчивого авиационного топлива. Стандарт CORSIA устанавливает единые методологии расчета выбросов CO_2, требования к системам мониторинга и критерии приемлемости углеродных единиц.

Европейская система стандартизации представлена серией стандартов EN в области авиационного топлива, включая стандарты на биокомпоненты и синтетическое топливо. Стандарт ASTM D7566 определяет технические требования к устойчивому авиационному топливу и признан международным эталоном. Он предусматривает несколько технологических маршрутов производства SAF и устанавливает максимальные доли смешивания с традиционным керосином.

С экономической точки зрения стандартизация выполняет несколько критически важных функций. Она снижает трансакционные издержки участников рынка за счет унификации требований и сокращения необходимости индивидуального согласования технических условий. Стандартизация создает условия для масштабирования производства SAF, поскольку единые технические требования позволяют производителям планировать долгосрочные инвестиции с большей определенностью.

Для России развитие национальной системы стандартизации в области устойчивой авиации приобретает стратегическое значение. В настоящее время отсутствуют национальные стандарты на устойчивое авиационное топливо, что создает неопределенность для производителей и потенциальных инвесторов. Разработка системы ГОСТов в соответствии с международными требованиями позволит создать правовую основу для сертификации SAF и обеспечить его признание как на внутреннем, так и на международном рынке.

Стандартизация выступает критически важным институциональным инструментом обеспечения устойчивого развития авиационной отрасли, требующим скоординированных усилий на национальном и международном уровнях. Для России развитие системы стандартизации в данной области представляет не только техническую, но и стратегическую

задачу, решение которой определит возможности интеграции в глобальные процессы декарбонизации авиации.

5. Практические рекомендации

На основании проведенного анализа международного опыта и оценки текущего состояния российской авиационной отрасли можно предложить следующие направления действий для обеспечения устойчивого развития.

Необходима разработка национальной дорожной карты по внедрению устойчивого авиационного топлива с поэтапными целевыми ориентирами (например, 1–2% к 2030 году, 10% к 2040 году). Это позволит сформировать предсказуемый горизонт планирования для инвесторов и авиакомпаний и обеспечит координацию усилий различных участников отрасли.

Целесообразно внедрить систему экономических стимулов: налоговые льготы для производителей SAF, субсидии на логистическую инфраструктуру, механизмы государственно-частного партнерства для строительства производственных объектов. Особое внимание следует уделить мерам поддержки на начальных стадиях развития рынка, когда высокая себестоимость SAF создает барьеры для его коммерциализации.

Следует развивать концепцию «зеленых аэропортов» как пилотных площадок для внедрения комплексных решений в области устойчивости. Начинать логично с крупных транспортных узлов (Шереметьево, Казань, Новосибирск), которые обладают необходимой инфраструктурой и пассажиропотоком для обеспечения экономической эффективности проектов.

Важно подчеркнуть, что предложенные меры должны реализовываться комплексно. Отдельные инициативы (например, производство SAF без развития инфраструктуры или предоставление налоговых льгот без создания системы сертификации) не обеспечат синергетического эффекта и могут привести к неэффективному использованию ресурсов.

Заключение

Проведенное исследование позволяет констатировать, что проблематика устойчивого развития экономических систем авиационной отрасли приобрела стратегический характер. Авиация одновременно обеспечивает экономический рост, транспортную доступность и международную интеграцию, оставаясь при этом источником значительной экологической нагрузки. Эта двойственность определяет особую чувствительность отрасли к глобальным вызовам устойчивого развития.

Международный опыт демонстрирует, что устойчивое развитие авиации достижимо только через комплексную интеграцию нескольких направлений: внедрение устойчивого авиационного топлива, повышение энергоэффективности воздушных судов, цифровизацию систем управления воздушным движением и применение экономических инструментов, таких как углеродное ценообразование и программы компенсаций. Декларативных заявлений недостаточно для реальной трансформации: в ряде случаев внедрение новых технологий происходит медленнее запланированного темпа, что обусловлено прежде всего высокой капиталоемкостью и отсутствием развитой инфраструктуры.

Для России ситуация характеризуется дополнительной сложностью. Существует объективная необходимость следования международным тенденциям для предотвращения технологического отставания. Однако в условиях внешнеполитических ограничений и ограниченного доступа к современным технологическим решениям требуется разработка собственных траекторий развития. Производство первой партии SAF в 2025 году представляет знаковое, но пока единичное достижение. Масштабное внедрение потребует нормативного закрепления целевых показателей, системной государственной поддержки и создания «зеленых» авиационных хабов в крупнейших аэропортах страны.

Особую роль в обеспечении устойчивого развития авиационной отрасли играет стандартизация. Она формирует единое нормативно-техническое пространство, снижает трансакционные издержки и создает условия для доверия между участниками рынка. Развитие

национальной системы стандартизации в области SAF и ее гармонизация с международными требованиями представляют критически важную задачу для интеграции России в глобальные процессы декарбонизации авиации.

Список литературы

1. Василенко М.А. Устойчивое развитие транспортной системы: направления и проблемы // Транспортная наука. – 2021. – eLIBRARY.RU, ID: 47247449 (дата обращения: 17.09.2025).
2. Газпром нефть выпустила первую партию SAF в России [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: https://tass.ru/ekonomika/19897387 (дата обращения: 21.09.2025).
3. Евразийский банк развития. Зеленые проекты в ЕАЭС и БРИКС [Электронный ресурс]. – 2023. – Режим доступа: https://eabr.org/ru/ (дата обращения: 28.09.2025).
4. Международное энергетическое агентство. Aviation – Energy System [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: https://www.iea.org/energy-system/transport/aviation (дата обращения: 13.09.2025).
5. Министерство транспорта Российской Федерации. Комплексная программа развития авиатранспортной отрасли до 2030 года [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: http://government.ru/docs/42827/ (дата обращения: 20.09.2025).
6. Кокурина О. Ю. Устойчивость как свойство и состояние в теории систем транспорта, авиации и мореплавания // Научный журнал. – 2021. – eLIBRARY.RU, ID: 47421189 (дата обращения: 18.09.2025).
7. Airports Council International. Sustainability and Net Zero Airports [Электронный ресурс]. – 2022. – Available at: https://aci.aero/sustainability/ (accessed 21 September 2025).
8. Boston Consulting Group. Sustainable Aviation Fuel Outlook [Электронный ресурс]. – 2024. – Available at: https://www.bcg.com/publications/2024/sustainable-aviation-fuel-outlook (accessed 17 September 2025).
9. European Parliament. Regulation (EU) 2023/2405 (ReFuelEU Aviation) [Электронный ресурс]. – 2023. – Available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32023R2405 (accessed 14 September 2025).
10. European Union Aviation Safety Agency. European Aviation Environmental Report 2022 [Электронный ресурс]. – Köln: EASA, 2022. – 120 c. – Available at: https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/general-publications/european-aviation-environmental-report-2022 (accessed 17 September 2025).
11. Federal Aviation Administration. CORSIA Overview [Электронный ресурс]. – 2023. – Available at: https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/aviation_climate/corsia (accessed 13 September 2025).
12. International Civil Aviation Organization. Environmental Report 2025 [Электронный ресурс]. – Монреаль: ICAO, 2025. – 155 c. – Available at: https://www.icao.int/sites/default/files/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2025/ICAO-EnvReport-2025.pdf (accessed 13 September 2025).
13. United Nations. Sustainable Development Goals [Электронный ресурс]. – 2015. – Available at: https://sdgs.un.org/goals (accessed 20 September 2025).
14. Wozny F. CORSIA – A Feasible Second Best Solution? // Applied Sciences. – 2022. – Т. 12, № 14. – С. 7054. – DOI: 10.3390/app12147054.

References

1. Vasilenko M.A. Sustainable Development of Transportation Systems: Directions and Problems // Transport Science. – 2021. – eLIBRARY.RU, ID: 47247449 (Accessed: 17 September 2025).
2. Gazprom Neft Released First Batch of SAF in Russia [Electronic resource]. – 2025. – Available at: https://tass.ru/ekonomika/19897387 (Accessed: 21 September 2025).
3. Eurasian Development Bank. Green Projects in EAEU and BRICS Countries [Electronic resource]. – 2023. – Available at: https://eabr.org/en (Accessed: 28 September 2025).
4. International Energy Agency. Aviation – Energy System [Electronic resource]. – 2025. – Available at: https://www.iea.org/energy-system/transport/aviation (Accessed: 13 September 2025).
5. Ministry of Transport of the Russian Federation. Comprehensive Program for Development of Aviation Industry up to 2030 [Electronic resource]. – 2021. – Available at: http://government.ru/docs/42827 (Accessed: 20 September 2025).
6. Kokurina O.Yu. Stability as a Property and State in Theory of Transport, Aviation and Maritime Systems // Scientific Journal. – 2021. – eLIBRARY.RU, ID: 47421189 (Accessed: 18 September 2025).
7. Airports Council International. Sustainability and Net Zero Airports [Электронный ресурс]. – 2022. – Available at: https://aci.aero/sustainability/ (accessed 21 September 2025).
8. Boston Consulting Group. Sustainable Aviation Fuel Outlook [Электронный ресурс]. – 2024. – Available at: https://www.bcg.com/publications/2024/sustainable-aviation-fuel-outlook (accessed 17 September 2025).
9. European Parliament. Regulation (EU) 2023/2405 (ReFuelEU Aviation) [Электронный ресурс]. – 2023. – Available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32023R2405 (accessed 14 September 2025).
10. European Union Aviation Safety Agency. European Aviation Environmental Report 2022 [Электронный ресурс]. – Köln: EASA, 2022. – 120 c. – Available at: https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/general-publications/european-aviation-environmental-report-2022 (accessed 17 September 2025).

11. Federal Aviation Administration. CORSIA Overview [Электронный ресурс]. – 2023. – Available at: https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/aviation_climate/corsia (accessed 13 September 2025).
12. International Civil Aviation Organization. Environmental Report 2025 [Электронный ресурс]. – Монреаль: ICAO, 2025. – 155 с. – Available at: https://www.icao.int/sites/default/files/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2025/ICAO-EnvReport-2025.pdf (accessed 13 September 2025).
13. United Nations. Sustainable Development Goals [Электронный ресурс]. – 2015. – Available at: https://sdgs.un.org/goals (accessed 20 September 2025).
14. Wozny F. CORSIA – A Feasible Second Best Solution? // Applied Sciences. – 2022. – Т. 12, № 14. – С. 7054. – DOI: 10.3390/app12147054.

Для цитирования
Латышев А.В. Интеграция карты потока создания ценности в стратегический цикл компании / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 402–406.

УДК 004.9

ИНТЕГРАЦИЯ КАРТЫ ПОТОКА СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТИ В СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ЦИКЛ КОМПАНИИ

Латышев А.В., *преподаватель, ФГБУ «Сибирский государственный индустриальный университет», Россия, Новокузнецк*

В статье рассматривается актуальная задача повышения эффективности стратегического управления промышленным предприятием за счет интеграции инструментов бережливого производства, в частности карты потока создания ценности, в стратегический цикл компании. Стратегический цикл, понимаемый как непрерывный процесс разработки, исполнения и анализа стратегии, требует выверенных подходов для определения приоритетов и оптимального распределения ресурсов. Обосновано, что традиционные подходы к стратегированию могут быть усилены за счет применения визуализации и глубокого анализа производственных потоков.

Ключевые слова: модель узких мест, стратегический цикл, карта потока создания ценности, ограничение, ключевые параметры, клиентские соглашения, диаграмма балансировки.

INTEGRATION OF THE VALUE STREAM MAP INTO THE COMPANY'S STRATEGIC CYCLE

Latyshev A.V., Sibirian State Industrial University**,** Novokuznetsk, Russian Federation

The article addresses the pressing task of enhancing the efficiency of strategic management at an industrial enterprise by integrating lean manufacturing tools, specifically the value stream map, into the company's strategic cycle. The strategic cycle, understood as a continuous process of strategy development, execution, and analysis, requires precise methodologies for setting priorities and allocating resources optimally. It is substantiated that traditional strategic planning approaches can be reinforced through the application of visualization and in-depth analysis of production flows.

Keywords: Bottleneck model, strategic cycle, value stream map, constraint, key parameters, client agreements, balancing diagram.

Стратегический цикл – это непрерывный процесс разработки, исполнения и анализа стратегии организации. Он является важной частью управления бизнесом, позволяя определить направление и цели компании на длительный период. Однако выбор подхода к формированию стратегического цикла – это сложная задача, требующая серьезного анализа и обдумывания.

Основная задача стратегического цикла – это определение приоритетов для компании и выработка планов действий, которые обеспечат успешное и устойчивое развитие. Это включает в себя анализ рынка и конкурентов, анализ внутренних ресурсов и возможностей, определение стратегических целей и задач, а также создание долгосрочного плана действий.

Одним из основных преимуществ стратегического цикла является его способность обеспечить целостность и последовательность в деятельности компании. Благодаря

стратегическому циклу компания может достичь оптимального соотношения своих ресурсов и возможностей с поставленными задачами и целями.

Другим важным аспектом формирования стратегического цикла является возможность компании адаптироваться к изменениям в окружающей среде и быстро реагировать на новые возможности и вызовы. Стратегический цикл предоставляет компании инструменты для анализа внешней среды, что помогает ей распознавать новые рыночные тенденции и прогнозировать их влияние на бизнес.

Выбор правильного подхода к формированию стратегического цикла должен быть основан на анализе целей и задач компании, а также внешней и внутренней среды. Главное – определить стратегическое видение и учитывать факторы, которые имеют наибольшее влияние на организацию.

Кроме того, при выборе подхода важно учитывать тип и размер организации, ее отрасль и специфику деятельности. Некоторые подходы могут быть более подходящими для крупных корпораций, в то время как другие подойдут для стартапов или небольших компаний. Также необходимо учитывать индивидуальные особенности организации, ее сильные и слабые стороны, чтобы выбрать подход, наиболее эффективный для нее.

В конечном итоге правильный подход к формированию стратегического цикла – это индивидуальный выбор каждой организации. Он должен быть основан на анализе целей и задач, внешней и внутренней среды, а также учитывать тип и размер организации. Главное – найти подход, который наиболее подходит для конкретной компании и поможет ей достичь поставленных целей наиболее эффективно [1].

Выбор правильного подхода к формированию стратегического цикла является важным шагом для успешного развития организации. Для этого необходимо учитывать ряд критериев, которые помогут определить наиболее подходящий подход.

1. Цели и задачи организации. Первым шагом при выборе подхода к формированию стратегического цикла является анализ целей и задач организации. Необходимо определить, какие тенденции и возможности могут повлиять на достижение этих целей и задач, и выбрать подход, который наилучшим образом учтет их.

2. Внешние факторы. Для успешного формирования стратегического цикла необходимо учитывать внешние факторы, которые могут влиять на организацию. Это могут быть политические, экономические, социальные и технологические факторы. Исследование и анализ этих факторов поможет определить наиболее подходящий подход для организации.

3. Внутренние ресурсы и компетенции. При выборе подхода к формированию стратегического цикла необходимо учитывать внутренние ресурсы и компетенции организации. Необходимо определить, какие ресурсы и компетенции уже имеются, и выбрать подход, который будет оптимально использовать их.

4. Гибкость и адаптивность. В современном быстро меняющемся бизнес-окружении очень важно выбрать подход к формированию стратегического цикла, который обладает гибкостью и адаптивностью. Это позволит организации быстро реагировать на изменения и адаптироваться к новым условиям.

5. Баланс между коротким и долгосрочным планированием. При выборе подхода к формированию стратегического цикла необходимо найти баланс между коротким и долгосрочным планированием. Необходимо учитывать как текущие задачи и цели, так и перспективы развития в будущем.

6. Вовлеченность и понимание команды. Для успешного формирования стратегического цикла необходимо иметь вовлеченность и понимание со стороны команды организации. Целесообразно обсудить и обозначить задачи, роли и ответственности каждого члена команды.

7. Мониторинг и контроль. После выбора подхода к формированию стратегического цикла важно установить систему мониторинга и контроля за его реализацией. Это позволит своевременно корректировать и адаптировать стратегию в случае необходимости и добиться лучших результатов.

Инструменты бережливого производства влияют на перечисленные выше критерии с точки зрения определения оптимального пути развития производственной системы.

Важным условием успешной реализации программы по развитию производственной системы выступает тщательный анализ ключевых процессов с целью выбора первостепенных направлений для воздействия и изменений. Основополагающим инструментом комплексного анализа производственных и обеспечивающих процессов является картирование потока создания ценности. Это первый шаг в обеспечении системы управления потоками создания ценности [2].

С учетом глубины и детальности анализа потока создания ценности, а также исходя из известных методик (организация эффективного рабочего пространства, обеспечение качества выпускаемой продукции) выстраивается логическая цепочка инструментов анализа и выявления резервов роста эффективности. На макроуровне используется карта ключевых потоков создания ценности, которая анализирует процессы на уровне предприятия в целом. На мезоуровне (промежуточном между микро и макро) строится классическая карта потока создания ценности в рамках исследования потока по производству семейства продукции. На микроуровне – с использованием инструментов стандартизации – анализируются единичные операции в пределах рабочих мест и участков.

Такой подход позволяет, с одной стороны, фокусироваться на ключевых процессах, не распыляя ресурсы; а с другой стороны, достигать улучшения в рамках всего производственного комплекса (рис. 1) [2]. Кроме этого, следует отметить преимущества метода составления карт потока создания ценности [3].

Составление карт потока создания ценности – не просто удобный инструмент, который позволяет нарисовать картину, выявляющую потери, хотя это, безусловно, важно. Данный метод помогает увидеть процесс как цепочку увязанных между собой операций и представить будущий поток создания ценности. В основе составления карт потока создания ценности лежит определенная философия совершенствования. Она предполагает, что, прежде чем всерьез взяться за преобразование отдельных операций, следует привести в порядок поток в целом. Совершенствование отдельных операций должно работать на весь поток.

Кроме того, карты потока обеспечивают единое видение ситуации, что позволяет найти общий язык и прийти к взаимопониманию.

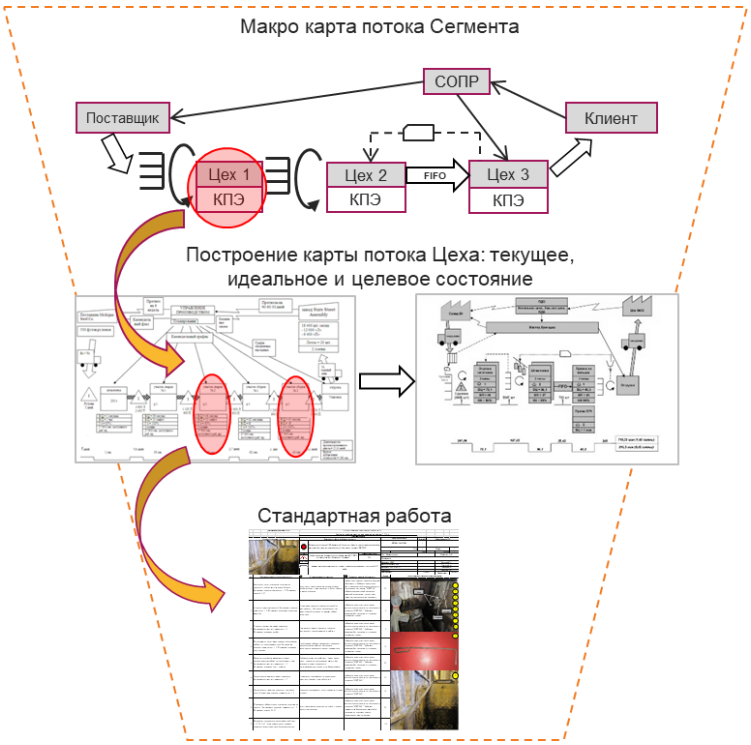


Рис. 1. Концепция от макро к микро

Как известно, Голдратт разработал пять последовательных шагов, помогающих сфокусировать усилия именно на том, что позволит скорейшим образом реорганизовать всю систему.

Пять направляющих шагов напрямую связаны с тремя вопросами о преобразованиях:

1. Что изменять?
2. На что изменять?
3. Как осуществить перемены?

Чтобы понять, что именно менять, мы ищем ограничение (шаг 1). Чтобы выяснить, какие перемены нужны, мы решаем, как наилучшим образом ослабить действие ограничителя. Подчиняем нашему решению работу всей системы (шаги 2 и 3). Если это не помогает, увеличиваем пропускную способность слабого звена и полностью снимаем ограничение (шаг 4), после этого возвращаемся к шагу 1 (шаг 5) [4].

С учетом двух подходов и критериев подхода к формированию стратегии в организациях была разработана модель узких мест, которая включена в стратегический цикл компании.

Задачей модели узких мест является формирование инструмента для поиска сквозных лимитирующих производство факторов для последующей проработки мероприятий по расшивке с целью получения максимального эффекта.

Для определения/поиска точек приложения усилий с целью повышения эффективности работы комбината разработана модель «узких» мест. В модели оцениваются мощности основной производственной цепочки от добычи руды до проката, включая логистику и энергетику в пересчете на чугун, и определяются лимитирующие (ограничивающие) факторы. Далее факторы приоритизируются и выбираются ключевые для дальнейшей расшивки.

В основу модели легла декомпозиция ограничений от целевой конфигурации организации до уровня подразделений, а также поиск ключевых параметров, влияющих на действующие ограничения в производственной системе.

Алгоритм построения/обновления модели следующий (рис. 2):

1. На основании данных целевой конфигурации формируется баланс мощностей по основным производствам (от добычи сырья до готовой продукции) в пересчете на чугун и сопоставляется с производством чугуна доменного цеха. Расчет производится для бюджетного и целевого года.
2. По наименьшим дельтам между производством чугуна и максимально возможным производством цехов (в пересчете на чугун) определяются производства, которые являются лимитирующими, и осуществляется их приоритизация.
3. В каждом подразделении за счет анализа карт потока создания ценности выявляется причина возникновения узких мест (процесс, являющийся ограничением) и формируются мероприятия для их устранения.
4. Осуществляется оценка экономической эффективности расшивки узких мест.
5. Принимается решение о реализации мероприятий.
6. Создается система мониторинга намеченных мероприятий.

В модели также можно выделить дополнительный (прочий) потенциал: улучшение экономики за счет роста самообеспеченности сырьем, увеличение маржинальности портфеля за счет снижения простоев цехов, производящих готовую продукцию.

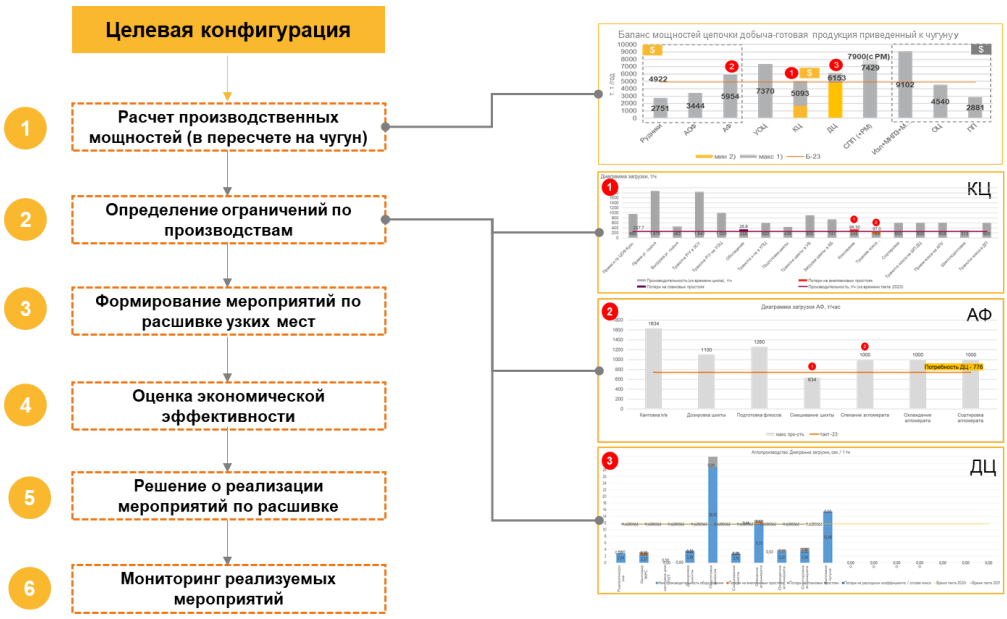


Рис. 2. Алгоритм работы модели узких мест

Таким образом, применение инструментов бережливого производства в связке с действующими подходами к процессам в организациях, показало эффективное влияние на ограничения в системе и выборе оптимальных точек воздействия. Данный подход не только способствует оперативному повышению производительности, но и создает основу для устойчивого стратегического развития промышленного предприятия в условиях изменчивой внешней среды.

Список литературы

1. https://dop-mosreg.ru/kakoi-podxod-k-formirovaniyu-strategiceskogo-cikla-vernyi
2. Развитие производственных систем: стратегия бизнес-прорыва. Кайдзен. Лидерство. Бережливое производство / Под общей ред. А. Баранова и Р. Нугайбекова. – СПб.: Питер, 2015. – 272 с.: ил.
3. Практика дао Toyota: Руководство по внедрению принципов менеджмента Toyota / Джефри Лайкер, Дэвид Майер; Пер. с англ. – 9-е изд. – М., Издат. Группа «Точка», 2019. – 586 с.
4. Теория ограничений Голдратта: Системный подход к непрерывному совершенствованию / Уильям Детмер; Пер. с анг. – 8-е изд. – М.: Альпина Паблишер, 2017 – 414 с.

References

1. https://dop-mosreg.ru/kakoi-podxod-k-formirovaniyu-strategiceskogo-cikla-vernyi
2. Development of Production Systems: Business Breakthrough Strategy. Kaizen. Leadership. Lean Production / Under the general editorship of A. Baranov and R. Nugaybekov. – SPb.: Peter, 2015. – 272 p.: ill.
3. 3. The Practice of the Toyota Tao: A Guide to Implementing Toyota Management Principles / Jeffrey Liker, David Mayer; Translated from English. – 9th ed. – M., Izdat. Dotka Group, 2019. – 586 p.
4. 4. Goldratt's Theory of Constraints: A Systems Approach to Continuous Improvement / William Detmer; Translated from English. – 8th ed. – M.: Alpina Publisher, 2017 – 414 p.

Для цитирования
Левина Т.А., Носкова В.Е. Оценка рисков нарушений процессов на машиностроительном предприятии / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 407–412.

УДК 658.511.3

ОЦЕНКА РИСКОВ НАРУШЕНИЙ ПРОЦЕССОВ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Левина Т.А., *канд. экон. наук. доцент, зав. кафедрой «Стандартизация, метрология и сертификация», ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», Россия, Москва*
Носкова В.Е.*, аспирант кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация», ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», Россия, Москва*

Исследование предлагает обобщенное моделирование процессов возникновения частых нарушений машиностроительного предприятия. Представлена матрица событий, из-за которых возникают риски. Сформулированы общие характеристики комплексных адаптивных систем. Авторами анализируются потенциальные возникающие риски в процессах и их связь. Дано определение обратных связей на предприятии. Устойчивое развитие и оптимизацию рисков предприятия предлагается организовать с помощью разработки базы знаний организации и налаживания работы обратных связей между всеми участниками.

Ключевые слова: открытая оценка рисков, машиностроительное предприятие, комплексные адаптивные системы, обратные связи, дерево отказов, база знаний.

RISK ASSESSMENT OF PROCESS DISRUPTIONS AT A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE

Levina T.A., *PhD in Economics, Associate Professor, Head of the Department of Standardization, Metrology and Certification, Moscow Polytechnic University, Russia, Moscow*
Noskova V.E., *Postgraduate student of the Department of Standardization, Metrology and Certification, Moscow Polytechnic University, Russia, Moscow*

The study offers a generalized modeling of the processes of occurrence of frequent violations of a machine-building enterprise. A matrix of events that cause risks is presented. The general characteristics of complex adaptive systems are formulated. The authors analyze potential emerging risks in the processes and their relationship. The definition of feedback in the enterprise is given. It is proposed to organize the sustainable development and risk optimization of the enterprise by developing the knowledge base of the organization and establishing feedback between all participants.

Keywords: assessment, machine-building enterprise, integrated adaptive systems, feedback loops, failure tree, knowledge base.

Введение

Сейчас достижение устойчивости машиностроительного предприятия – главная цель для стабильного развития экономики страны. Предлагается оценка рисков нарушений процессов на машиностроительном предприятии и их представление в виде обобщенных результатов, которые могут распространяться на большинство организаций.

Устойчивость предприятия требует учитывать его комплексность и способность адаптироваться к возникающим рискам. Современное машиностроительное предприятие можно обозначить как комплексную адаптивную систему, которая является высокодинамичной и постоянно развивающейся для переходов в устойчивые состояния.

Для достижения устойчивого состояния предлагаются внедрение базы знаний и организация обратных связей между структурными подразделениями предприятия. Над вопросами изучения комплексных адаптивных систем, обратных связей и вопросами организации и внедрения базы знаний проведен ряд исследований, среди которых можно выделить [1–5].

Основная проблематика статьи

Комплексные адаптивные системы обычно имеют многочисленные внутренние структуры и являются открытыми системами. Они имеют взаимодействия с окружающей средой. Систему трудно отделить от окружающей среды, граница между ними только теоретическая.

Предприятия являются высокодинамичными и постоянно развивающимися для сохранения устойчивого состояния. Для достижения поставленных целей предприятию необходимо постоянно адаптироваться.

В процессе постоянной адаптации к внешним или внутренним угрозам могут возникать новые отношения, новые структуры, новые свойства как последовательность взаимодействующих подсистем.

При анализе работ о комплексных адаптивных системах [6–7], выделяются следующие характеристики:

1. Большое количество взаимодействующих элементов (рабочие, оборудование, системы управления, окружающая среда и другие, необходимые для функционирования системы, элементы).
2. Иерархическая структура.
3. Способность систем к самоорганизации.
4. Автономность элементов систем – существование собственных целей каждого элемента системы и каналов связи с другими элементами.
5. Способность реагировать и вносить изменения под воздействием внешних и внутренних факторов.

Сегодня предприятия сталкиваются с необходимостью сохранения устойчивости при стремительном увеличении потребности в разработке инновационных решений, что приводит к организации параллельного производства существующей продукции и инноваций. Данная ситуация неизбежно приводит к возникновению событий, которые при слабой адаптивности предприятия приведут к возникновению рисков и к серьезным последствиям.

Для адаптивности к таким потребностям и изменениям в современном машиностроительном предприятии в первую очередь необходимо наладить оценку возникновения событий и петли обратных связей.

При изучении событий, их возможных последствий и разработке последующих мероприятий по работе с ними следует понимать структуру самого предприятия. На каждом машиностроительном предприятии существуют такие отделы, как отдел по работе с персоналом, отдел по экономике и финансам, отдел по коммерческой деятельности, отдел по безопасности, отдел по эксплуатации и хранению, производственно-технический отдел и другие. Благодаря современным вызовам на многих предприятиях также создается отдел по работе с перспективными разработками. Такие разработки могут создавать определенные испытания перед производством.

В нашем исследовании представлены наиболее часто возникающие события на машиностроительном предприятии, которые требуют адаптивности. Нами было проанализировано 98 рисков, возникающих на машиностроительном предприятии, они были сгруппированы в основные события, у которых определены причины возникновения и которым присвоены соответствующие им категории по степени влияния: высокая степень, средней тяжести, умеренной и относительной. Результаты исследования представлены в таблице.

Наиболее часто возникающие события на машиностроительном предприятии

№ п/п	Описание события	Причина возникновения события	Категория влияния события
1	Обобщенный выбор технологического решения	Новизна технологии или недостаточный уровень квалификации персонала	Средней тяжести
2	Простой оборудования в работе	Выход оборудования из строя или некорректный выбор технологического решения	Умеренной тяжести
3	Нарушение сроков изготовления	Некорректное составление производственного плана	Средней тяжести
4	Производственный брак	Человеческий фактор и низкое обеспечение контроля качества и испытания продукции	Умеренной тяжести
5	Срыв срока поставки материалов	Некорректная работа с поставщиками или отсутствие графика закупок	Относительной тяжести
6	Недостаточное обеспечение заполнения вакантных должностей	Отсутствие кадрового резерва	Средней тяжести
7	Нарушение хранения запасов	Отсутствие графика закупок и надлежащего плана хранения и передвижения запасов	Относительной тяжести

При рассмотрении причин возникновения событий можно сделать вывод о том, что события тесно связаны между собой из-за комплексности предприятия. Для предотвращения возникновения рисков и для дальнейшего реагирования в случае их возникновения необходимо иметь прозрачность в действиях структур предприятия. Этого можно достичь налаживанием обратных связей. Обратные связи – это основополагающее звено способности системы к изменениям. Они прямо воздействуют на причины инцидентов и аварий. Любое воздействие может иметь обратный эффект через одну или несколько петель обратных связей. Без организации и стабильной работы обратных связей в системе происходит сбой всех процессов. Для самостоятельной адаптации системы необходимо ее обучить и предоставить сценарии развития событий.

Из рассмотренных событий машиностроительного предприятия выделены следующие процессы для составления сценариев развития:

– процесс отбора и обучения персонала;
– процесс выбора технологии для производства продукции;
– процесс организации закупки и поставки материалов;
– процесс хранения и эксплуатации материалов и продукции;
– процесс контроля качества продукции.

При моделировании сценариев развития событий и возникновения рисков нами были выделены процессы отбора и обучения персонала и процесс производства продукции. Сценарии событий и возникающие риски изображены на рис. 1 и 2.

Анализируя событие, представленное на рис. 1, можно сделать вывод о необходимости внедрения системы обучения персонала и создании внутреннего кадрового резерва. Данный процесс напрямую зависит от правильной работы обратных связей, особенно это связано с адаптацией и обучением сотрудников.

Для организации обратных связей и минимизации рисков предприятия, связанных с персоналом, предлагается разработка базы знаний. База знаний – адаптивная система, хранящая в себе информацию, необходимую для непрерывного обучения сотрудников, обмена опытом и своевременного реагирования на потенциальные риски. База знаний поможет

предприятию грамотно организовать обратные связи между сотрудниками и сделать их прозрачными для руководства. К тому же данная система минимизирует риски, непосредственно связанные с производством.

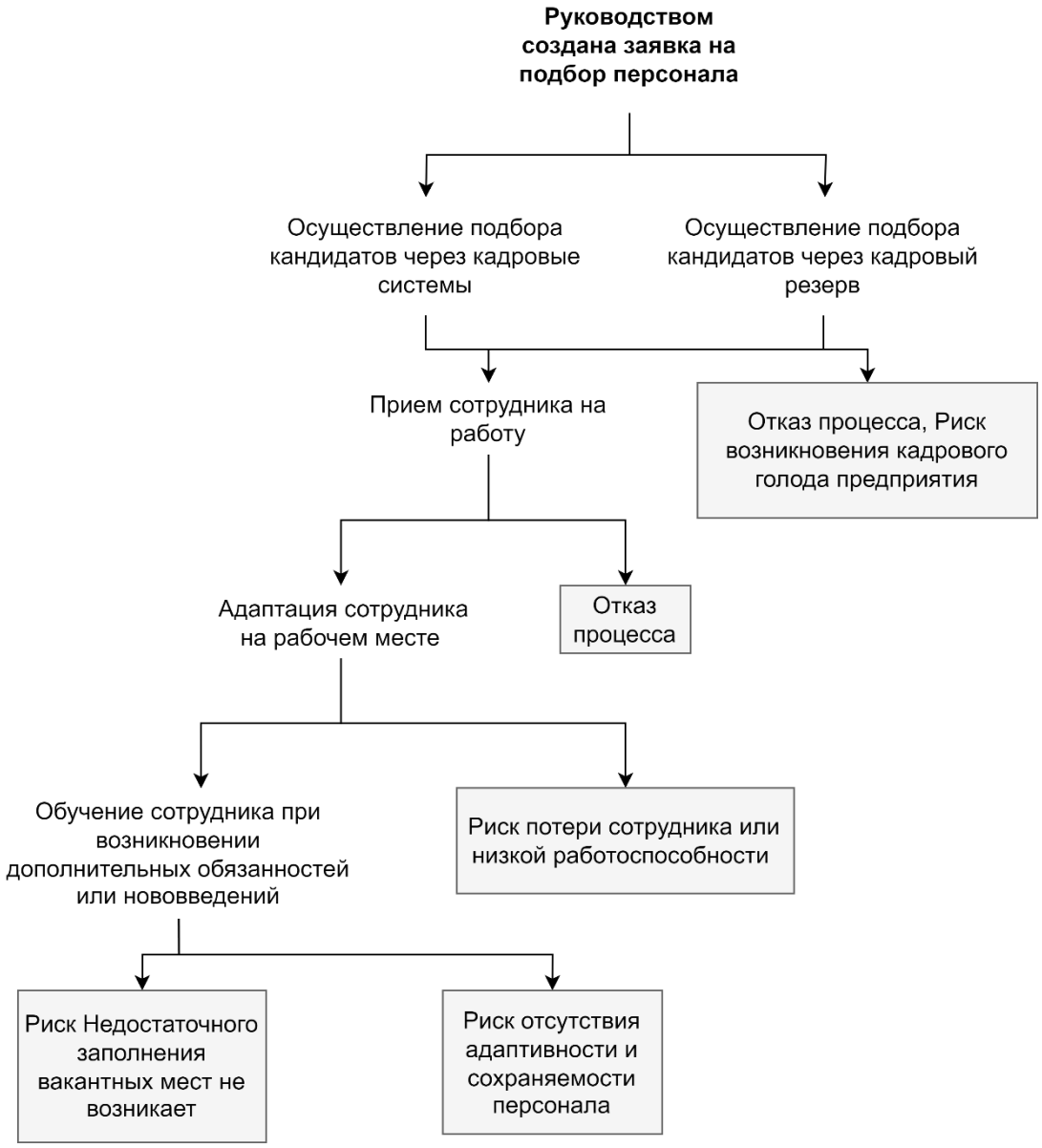


Рис. 1. Сценарий процесса отбора и обучения персонала

Авторами для упрощения представления информации, опираясь на непосредственный цикл производства продукции, был смоделирован процесс, представленный на рис. 2.

При анализе сценария процессов производства продукции особое внимание стоит уделить тому, что на каждом этапе производства при недостаточном количестве и качестве информации, а также при недостаточной работе обратных связей могут возникать последствия, которые в сумме приведут к срывам всего цикла производства. Такие последствия могут играть незначительную роль или корректироваться в процессе производства, но являются критическими при работе с инновациями.

Работа с инновационной продукцией машиностроительного предприятия требует непрерывной адаптации под запросы окружающей среды, не забывая о внутренних процессах. Мы предлагаем внедрить базу знаний не только в управление персоналом, но и в производственном процессе. Таким образом, предприятие будет обладать доступом к

внутренней системе, которая содержит в себе не только общедоступную информацию об организации процессов, но и частные вопросы конкретных цехов или отделов.

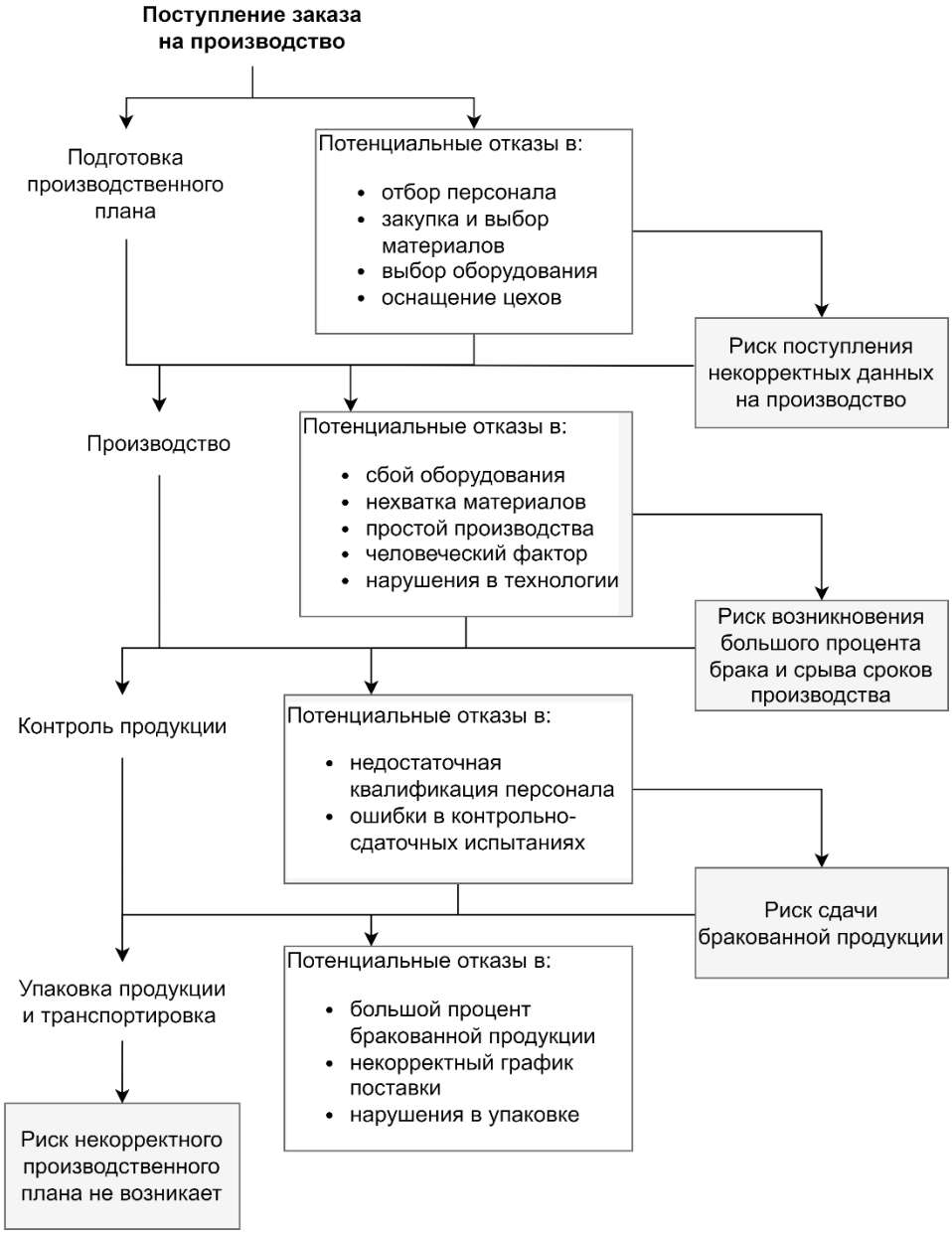


Рис. 2. Сценарий процессов производства продукции

Для организации и наполнения базы знаний машиностроительного предприятия следует в первую очередь соблюсти меры по безопасности хранения и передачи информации внутри предприятия, организовать обучение персонала и прозрачность донесения информации. Сотрудников предприятия важно обучать самостоятельному пополнению базы знаний через стимулирование и организацию обратных связей.

Заключение

Для устойчивой работы предприятия необходимо наладить работу обратных связей и проводить непрерывный мониторинг и своевременное реагирование на риски. За счет организации обратных связей путем внедрения базы знаний на все процессы предприятия можно снизить частоту и тяжесть возникновения рисков, что позитивно скажется на работоспособности предприятия и его способности к инновациям.

База знаний будет являться не просто инструментом достижения устойчивости предприятия, но и системой для работы с инновационной продукцией. Такая система обеспечит безопасность и производительность работы, не пренебрегая изучением нарушений при оценке рисков.

Список литературы

1. Власов А. И., Курносенко А. Е., Ларионов И. Т., Соловьев В. А. Экспертная система и база знаний по физическим основам обеспечения надежности изделий электронной техники // Труды международного симпозиума «Надежность и качество», Пенза. Пензенский государственный университет. 2021. с. 148–154.
2. Криков А. М., Редреев Г. В., Немцев А. Е. Полнотекстовая база знаний по пунктам технического обслуживания сельскохозяйственной техники // Вестник Омского государственного аграрного университета, Омск. Омский государственный аграрный университет. 2021. с. 119–127.
3. Милько, Д. С., Данеев А. В., Горбылев А. Л. База знаний экспертной системы оценки угроз безопасности информации // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, Томск. Томский государственный университет. 2022. с. 61–69.
4. Носкова, В. Е., Грозовский Г. И., Левина Т. А. Разработка открытой базы знаний для адаптивной системы менеджмента качества // СМиС-2025. Технологии управления качеством: материалы Международной научно-технической конференции, Москва. Московский политехнический университет. 2025. с. 663–667.
5. Рябухин А. Н., Шарифуллина Ю. В., Карякин Ю. Е., Карякин И. Ю. База знаний для адаптации сотрудников в организации // Математическое и информационное моделирование: Материалы Всероссийской конференции молодых ученых, Тюмень. Тюменский государственный университет. 2020. с. 708–715.
6. Branlat, M., & Woods, D.D. How do Systems Manage Their Adaptive Capacity to Successfully Handle Disruptions? A Resilience Engineering Perspective. Complex Adaptive Systems – Resilience, Robustness, and Evolvability: Papers from the AAAI Fall Symposium. 2010. pp. 26–34.
7. McKenzie, F. Complex Adaptive Systems. Implications for Leaders, Organizations, Government and Citizens. 2014. – 36 p.

References

1. Vlasov A. I., Kurnosenko A. E., Larionov I. T., Solovyov V. A., Ehkspertnaya sistema i baza znanij po fizicheskim osnovam obespecheniya nadezhnosti izdelij ehlektronnoj tekhniki [Expert system and knowledge base on the physical foundations of ensuring the reliability of electronic products]. Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma "Nadezhnost' i kachestvo" [Proceedings of the International symposium "Reliability and Quality"]. Penza, Penzenskij gosudarstvennyj universitet, 2021, pp. 148–154.
2. Krikov A.M., Redreev G. V., Nemtsev A. E., Polnotekstovaya baza znanij po punktam tekhnicheskogo obsluzhivaniya sel'skokhozyajstvennoj tekhniki [Full-text knowledge base on agricultural machinery maintenance points]. Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of Omsk State Agrarian University]. Omsk, Omskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2021, pp. 119–120.
3. Milko, D. S., Daneev A.V., Gorbylev A. L., Baza znanij ehkspertnoj sistemy ocenki ugroz bezopasnosti informacii [Knowledge base of the expert information security threat assessment system]. Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravleniya i radioehlektroniki [Reports of Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics]. Tomsk, Tomskij gosudarstvennyj universitet, 2022, pp. 61–69.
4. Noskova, V. E., Grozovsky, G. I., Levina, T. A., Razrabotka otkrytoj bazy znanij dlya adaptivnoj sistemy menedzhmenta kachestva [Development of an open knowledge base for an adaptive quality management system]. SMIS-2025. Tekhnologii upravleniya kachestvom: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii [SMAC-2025. Quality management technologies: proceedings of the International Scientific and Technical Conference]. Moscow, Moskovskij politekhnicheskij universitet, 2025, pp. 663–667.
5. Ryabukhin A. N., Sharifullina Yu. V., Karyakin Yu. E., Karyakin I. Yu., Baza znanij dlya adaptacii sotrudnikov v organizacii [Knowledge base for the adaptation of employees in the organization]. Matematicheskoe i informacionnoe modelirovanie: Materialy Vserossijskoj konferencii molodykh uchenykh [Mathematical and information modeling: Proceedings of the All-Russian Conference of Young Scientists]. Tyumen, Tyumenskij gosudarstvennyj universitet, 2020, pp. 708–715.
6. Branlat, M., & Woods, D.D. How do Systems Manage Their Adaptive Capacity to Successfully Handle Disruptions? A Resilience Engineering Perspective. Complex Adaptive Systems – Resilience, Robustness, and Evolvability: Papers from the AAAI Fall Symposium. 2010. pp. 26–34.
7. McKenzie, F. Complex Adaptive Systems. Implications for Leaders, Organizations, Government and Citizens. 2014. – 36 p.

Для цитирования
Лившиц И.И. Устойчивое развитие вузов Российской Федерации / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 413–416.

УДК 004.094

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ВУЗОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Лившиц И.И., *д-р техн. наук, ФГБУ «Университет ИТМО», Россия, Санкт-Петербург*

Рассматривается актуальная проблема – оценка устойчивого развития учебного процесса в высших учебных заведениях (вузах) Российской Федерации и обеспечение требований информационной безопасности (ИБ). Представляется целесообразным рассматривать устойчивое развитие вузов не как отдельный процесс или как набор разрозненных процессов, а как «встроенное качество» известных систем менеджмента: системы менеджмента качества (СМК) в соответствии с требованиями ISO 9001 и системы менеджмента для образовательной организации (СМОО) по требованиям ISO 21001. Для обеспечения устойчивого развития крайне важно и обеспечить принцип «встроенного качества», и реализовать практические аспекты обеспечения ИБ.

Ключевые слова: устойчивое развитие, аудит, система менеджмента качества, система менеджмента образовательных учреждений, процесс, информационная безопасность, риски, стандарт.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF UNIVERSITIES IN THE RUSSIAN FEDERATION

Livshitz I.I., *Doctor of Technical Sciences, ITMO University, St.Petersburg*

An actual problem is considered – the assessment of the sustainable development of the educational process in Higher education institutions of the Russian Federation and ensuring the requirements of information security. It seems advisable to consider the sustainable development of Universities not as a separate process or as a set of disparate processes, but as the "built-in quality" of well-known management systems: quality management systems (QMS) in accordance with the requirements of ISO 9001 and management systems for educational organizations (MSEO) according to the requirements of ISO 21001. To ensure sustainable development, it is extremely important to ensure the principle of "built-in quality" and implement practical aspects of information security.

Keywords: sustainable development, audit, quality management system, educational institutions management system, process, information security, risks, standard.

Введение

Для обеспечения устойчивого развития для вузов возможно применение различных систем менеджмента, например «универсального» ISO 9001:2015[1] и «специализированного» ISO 21001:2018[2]. С учетом практики аудитов автора можно полагать, что одним из ключевых факторов обеспечения устойчивого развития в вузах является реализация требований ИБ [1,2]. Этот аспект крайне важен – известна нехватка квалифицированных кадров и общая проблема увеличения выпуска необходимого количества специалистов в области ИБ [2, 3, 4]. Соответственно, без специалистов достаточного уровня в сфере ИБ не представляется возможным обеспечить требуемый уровень ИБ в современной ИТ-инфраструктуре вуза, что, в свою очередь, существенно влияет на достижение позитивных результатов устойчивого развития всей отрасли образования в РФ [5, 6, 7].

[1] https://www.iso.org/standard/62085.html
[2] https://www.iso.org/standard/66266.html

Постановка задачи – формирование оценки выполнения требований ИБ в составе СМК и/или СМОО для вузов. В представленной публикации рассмотрены методы решения задачи – системный анализ, структурный анализ, теория принятия решений, современные стандарты (в том числе стандарты риск-менеджмента).

Анализ инцидентов безопасности вузов

По оценке экспертов Positive Technologies[3], количество успешных атак в РФ в 2024 году относительно 2023 года выросло более чем в 2 раза. Представляется целесообразным привести несколько примеров значимых инцидентов (успешных кибератак, прерывания нормального функционирования и пр.) для вузов в мире:

1) атака на университет Блуфилда[4] (США);
2) атака на университет Технион[5] (Израиль);
3) атака на Цюрихский университет[6] (Швейцария);
4) атака на Манчестерский университет[7] (Великобритания).

Специфика применения ISO 21001

В отличие от популярного стандарта ISO серии 9001 стандарт ISO серии 21001 пока не очень распространен в мире. Для целей данной публикации предлагается рассмотреть доступную статистику по сертификации в мире на базе актуального отчета ISO Survey за 2023 год для ISO 9001, в аналитике которого введен код (Sector number) 37 для отрасли «образование» (Education). В файле (ISO-CASCO_1.ISO Survey 2023 results – number of certificates and sites per country and the number of sectors overall) содержится информация по статистике сертификации по требованиям ISO 9001 для кода 37 – всего таких сертификатов 11 202 из 837 978, что составляет только 1,34%. Для обеспечения устойчивого развития вузы должны существенно изменить свою приверженность к демонстрации лучших практик и реально применимых мер в области обеспечения ИБ.

Оценивание требований ISO 21001 и требования реализации ИБ

Представляется полезным представить оценку требований ISO серии 21001, выполнение которых, объективно, существенно для обеспечения ИБ в вузе. Прежде всего рассмотрим общие факторы ISO серии 9001 и ISO серии 21001, которые содержат общие требования к должному обеспечению ИТ-инфраструктуры в аспекте ИБ, например:

– обеспечение безопасной инфраструктуры (п. 7.1.3.2);

– обеспечение требований к ИТ-инфраструктуре (например, п. 7.1.3.3, 7.5.3.2 b), (8.5.1.1 d) в аспекте ИБ.

Далее рассмотрим оценку требований по ISO серии 21001, применимых для обеспечения ИБ в вузе (см. табл.).

[3] https://www.kommersant.ru/doc/7480689?from=trends
[4] https://www.securitylab.ru/news/537985.php
[5] https://www.securitylab.ru/news/536418.php
[6] https://www.securitylab.ru/news/536310.php
[7] https://www.securitylab.ru/news/539183.php

Пункт	Раздел	Требование	Фактор
0.4	Введение	k) безопасность и защита данных (data security and protection)	Важно для управления рисками ИБ, невыполнение может привести к компрометации данных
4.2	Среда организации	Эти заинтересованные стороны должны включать: – обучающихся; – других выгодоприобретателей; – персонал организации.	Важно для защиты данных заинтересованных сторон
5.1.1	Лидерство	k) поддержки устойчивой реализации видения образования и соответствующих методологий образования;	Важно для отражения в высших документах вуза (уставе, стандартах и пр.) лидерство в обеспечении ИБ
6.2.2	Планирование	При планировании достижения целей образовательной организации она должна определить и кратко описать в своем стратегическом плане:	Важно разработать специальный документ, учитывающий требования в аспекте обеспечения ИБ
7.5.3.1	Поддержка	b) ее адекватной защиты (например, от несоблюдения конфиденциальности, от ненадлежащего использования, потери целостности или непреднамеренного изменения)	Очень важно для любого вуза, поскольку есть риск утечки ценной информации, учебных программ и пр.
8.1.1	Операционная деятельность	Организация должна управлять запланированными изменениями и анализировать последствия непредусмотренных изменений, предпринимая, при необходимости, действия по смягчению любых негативных воздействий	Очень важно для любого вуза, поскольку есть риск непрерывных изменений в аспекте ИБ

Вывод

В представленной публикации рассматривается актуальная проблема – оценка устойчивого развития учебного процесса в вузах Российской Федерации и обеспечение требований ИБ. Новизна представленной публикации заключается в объективных примерах применения известных стандартов (ISO 9001 или ISO 21001) для результативного выполнения соответствующих требований и обеспечения устойчивого развития вузов. Полученные результаты могут быть применены заинтересованными сторонами в рамках общего процесса обеспечения устойчивого развития для вузов.

Список литературы

1. Лившиц И.И. Управление качеством в дистанционном режиме обучения на примере практики в университете ИТМО // Менеджмент качества. 2022. № 1. С. 68–77.
2. Лившиц И.И. Об актуальных проблемах образования в области информационной безопасности // Автоматизация в промышленности. 2019. № 9. С. 10–13.
3. Лившиц И.И. Оценка необходимости совершенствования действующей процедуры подготовки квалифицированных кадров в области информационной безопасности // Газовая промышленность. 2024. № 9 (871). С. 200–205.
4. Лившиц И.И. Проблемы подготовки специалистов в области информационной безопасности // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2024. Т. 51. № 1. С. 13–131.
5. Лившиц И.И., Неклюдов А.В. Методика оптимизации программы аудитов информационной безопасности // В сборнике: Комплексная защита информации. Материалы XXII научно-практической конференции. 2017. С. 135–139.
6. Лившиц И.И., Неклюдов А.В. Методика мгновенных аудитов информационной безопасности // В сборнике: Комплексная защита информации. Материалы XXII научно-практической конференции. 2017. С. 139–142.

7. Лившиц И.И. Методика технического аудита безопасности собственной службы Service Desk // Стандарты и качество. 2024. № 6. С. 102–107.

References

1. Livshitz I.I. Quality management in distance learning using the example of practice at ITMO University // Quality management. 2022. No. 1. pp. 68–77.
2. Livshitz I.I. On current issues of education in the field of information security // Automation in industry. 2019. No. 9. pp. 10–13.
3. Livshitz I.I. Assessment of the need to improve the current procedure for training qualified personnel in the field of information security // Gas industry. 2024. No. 9 (871). pp. 200–205.
4. Livshitz I.I. Problems of training specialists in the field of information security // Bulletin of Dagestan State Technical University. Technical sciences. 2024. Vol. 51. No. 1. pp. 123–131.
5. Livshitz I.I., Neklyudov A.V. Methodology for optimizing the information security audit program // In the collection: Comprehensive information protection. Materials of the XXII scientific and practical conference. 2017. pp. 135–139.
6. Livshitz I.I., Neklyudov A.V. Methodology of instant information security audits // In the collection: Comprehensive information protection. Materials of the XXII scientific and practical conference. 2017. pp. 139–142.
7. Livshitz I.I. Methodology of technical security audit of own Service Desk // Standards and quality. 2024. No. 6. pp. 102–107.

Для цитирования
Лыкова А.К., Голубцов Н.С. Методика сбора данных для построения типовой имитационной модели производственного участка / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 417–423.

УДК 004.94

МЕТОДИКА СБОРА ДАННЫХ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ТИПОВОЙ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА

Лыкова А.А., *ассистент кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении, Самарский национальный исследовательский университет им. ак. С.П. Королева, Россия, Самара*
Голубцов Н.С., *ассистент кафедры техносферной безопасности, метрологии и технологии материалов, Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, Россия, Чебоксары*

В работе представлены разработка и описание методика сбора данных для построения имитационной модели производственного участка. Данная методика имеет ряд преимуществ, такие как: ускорение построения имитационной модели, увеличение детализации элементов и логистики перемещений на имитационной модели.

Ключевые слова: цифровизация, организация производства, карта потока создания ценностей, имитационная модель.

DATA COLLECTION METHODOLOGY FOR BUILDING A TYPICAL SIMULATION MODEL OF A PRODUCTION SITE

Lykova A.A.*, Assistant Professor at the Department of Aircraft Manufacturing and Quality Management in Mechanical Engineering, Samara S.P. Korolev National Research University, Samara, Russia*
Golubtsov *N.S., Assistant Professor of the Department of Technosphere Safety, Metrology and Materials Technology, I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia*

The paper presents the development and description of a data collection technique for building a simulation model of a production site. This technique has a number of advantages, such as speeding up the construction of a simulation model, increasing the detail of elements and logistics of movements on the simulation model.

Keywords: digitalization, organization of production, value stream map, simulation model.

Построение имитационной модели – трудоемкий процесс, который требует большого количества входных данных. Любое производство имеет многочисленное количество параметров, которое стоит учитывать, чтобы создать детально реалистичную имитационную модель.

На сегодняшний день нет точной методики сбора данных для построения имитационной модели, несмотря на то, что сейчас данная методика организации производства набирает популярность и становится всеобъемлющей. Данная популярность вызвана необходимостью в усовершенствовании отечественных предприятий.

Имитационное моделирование служит ключевым компонентом в создании цифрового двойника предприятия, обеспечивая динамическую визуализацию технологических процессов. Данный подход позволяет интегрировать статичную нормативную документацию в интерактивную среду, где осуществляется детальная реконструкция производственного

цикла. Функциональность специализированного программного обеспечения охватывает следующие аспекты:

– точное позиционирование производственных активов в соответствии с технологической картой размещения, определяющей расположение оборудования и рабочих мест;

– алгоритмизацию деятельности персонала с воспроизведением хронометража операций и последовательности технологических переходов;

– эмуляцию работы автоматизированных комплексов, включая моделирование их функциональных циклов и координацию с другими производственными элементами;

– расчет эксплуатационных характеристик технологического оборудования с учетом производственных мощностей и рабочих режимов;

– оптимизацию материальных потоков, включая перемещение сырья, комплектующих и готовой продукции между технологическими переделами;

– трассировку движения объектов производства с анализом маршрутов компонентов на всех стадиях изготовления.

При построении имитационной модели каждый раз, с каждым изменением, появлялась необходимость в различных данных, которые не были даны изначально. Именно поэтому возникла необходимость в написании перечня необходимых данных, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные для построения имитационной модели

№ п/п	Показатели	Единичные показатели
1	3D-модель планировки производственного участка	–
2	3D-модель всех элементов производственного участка	–
3	Целевые показатели потока	Объем производства
		Время протекания процесса
		Производительность труда в процессах
		Уровень дефектности
		НЗП
		Количество рабочих мест
		Количество операций
		Акт выпуска продукции
4	Поставка, контроль и хранение комплектаций	Объем поставляемой партии
		Периодичность поставки
		Количество тары
		Количество изделий в таре
5	Технология и вспомогательные операции	Периодическая работа
		Время на ожидание
		Время на перемещение
		Расстояние перемещения
		Запасы, шт.
		Количество сотрудников на операции

Из табл. 1 видно, что необходимо большое количество данных, которые, чаще всего, имеются у уже рабочего производства, но в имитационной модели можно менять входные данные, поэтому, если создается имитационная модель производственного участка, то можно внести предполагаемые данные.

Для корректного построения имитационной модели производственного процесса первоочередной задачей является разработка детализированной карты потока процесса (КПП). Этот фундаментальный инструмент служит исчерпывающим описанием технологии сборки,

преобразуя разрозненные данные в целостную и структурированную систему. Карта потока процесса выступает в роли концептуального моста между технологической документацией и цифровой моделью, обеспечивая полноту и достоверность входных данных для симуляции. Ее разработка включает в себя несколько ключевых компонентов.

Во-первых, это детализация операционной структуры производства. Данный раздел подразумевает не просто перечень технологических операций, а их строгую последовательность (технологический маршрут) с четкой привязкой к конкретным рабочим местам и производственным участкам. Каждая операция должна быть описана с указанием нормативного времени выполнения, а также предшествующих и последующих этапов, что позволяет смоделировать причинно-следственные связи и потенциальные узкие места.

Во-вторых, классификация способов выполнения операций. Здесь процессы выстраиваются по уровню автоматизации: выделяются операции ручной сборки, механизированные процессы с участием оператора, а также полностью автоматизированные циклы, выполняемые роботизированными комплексами. Для операций с участием людей обязательно указываются зоны ответственности, требуемая квалификация и количество задействованного персонала, что критически важно для моделирования трудовых ресурсов.

В-третьих, учет всей технологической оснастки. В этом блоке формируется полный перечень оборудования, инструментов и специализированных приспособлений, задействованных на каждом этапе. Для каждого станка или роботизированной ячейки указываются такие параметры, как производительность, коэффициент использования, режимы техобслуживания и вероятность отказа, что позволяет имитировать реальные производственные риски и простои.

В-четвертых, проработка логистической схемы. Этот аспект описывает все материальные потоки в системе. Карта фиксирует точные перемещения сырья, комплектующих, узлов и готовых изделий между рабочими местами, а также определяет ключевые точки складирования (буферные зоны), маршруты внутризаводской транспортировки и используемые для этого виды техники (тележки, конвейеры, погрузчики).

Наконец, анализ ресурсного обеспечения. Данный раздел содержит информацию о системе материально-технического снабжения: объемах и номенклатуре поставок комплектующих, их периодичности, а также о схемах пополнения складских запасов (например, "Just-in-Time" или стратегия поддержания страхового запаса). Это позволяет интегрировать в модель внешние факторы и смоделировать влияние сбоев на производственный цикл.

Таким образом, комплексно проработанная карта потока процесса является не просто описанием, а формализованной основой, которая обеспечивает высокую точность и адекватность имитационной модели, позволяя ей достоверно воспроизводить реальные производственные сценарии. Пример карты потока создания ценностей представлен на рис. 1.

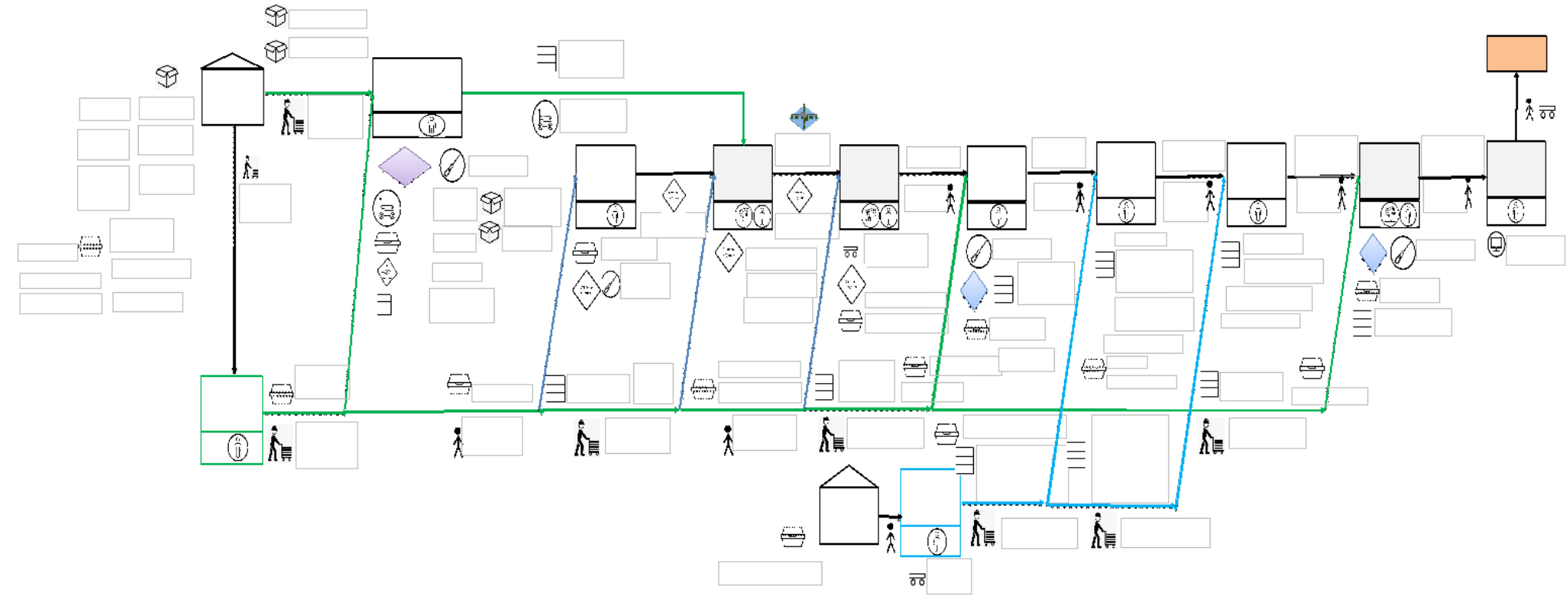


Рис. 1. Карта потока процесса

Следующим ключевым этапом построения имитационной модели является формирование карты стандартизированной работы (КСР), которая детализирует перемещения персонала, оснастки и материалов в рамках рабочих мест при выполнении технологических операций.

Для корректного построения КСР требуется ряд входных параметров, представленный в табл. 2.

Таблица 2

Перечень входных данных для построения КСР

№	Название	Описание
1	Технологическая планировка производственного участка	Схема расположения рабочих мест, стеллажей и оборудования на производственной площадке.
2	Зонирование рабочего пространства	Схема расположения инструментов, оснастки и заготовок, оптимизированная для сокращения лишних перемещений.
3	Последовательность трудовых действий	Пошаговый алгоритм выполнения операций с выделением основных и вспомогательных этапов.
4	Траектории перемещения оператора	Маршруты движения работника в пределах рабочей зоны с указанием взаимодействий с оснащением и комплектующими.
5	Хронометраж операций	Фиксация временных интервалов выполнения каждого элемента технологического процесса.
6	Цикличность операций	Разделение повторяющихся операций и уникальных.
7	Нормы запасов на рабочих местах	Минимальный и максимальный уровни комплектующих для бесперебойной работы линии.
8	Степень автоматизации	Обозначение ручной работы и применения роботизированных комплексов.

Из табл. 2 видно, что для построения КСР необходимы те же данные, что и для построения имитационной модели.

Интеграция методологии КСР в процесс имитационного моделирования позволяет достичь нужного уровня соответствия между виртуальными моделями и реальными производственными системами, что создает обоснованную базу для совершенствования организации производства. Пример КСР представлен на рис. 2.

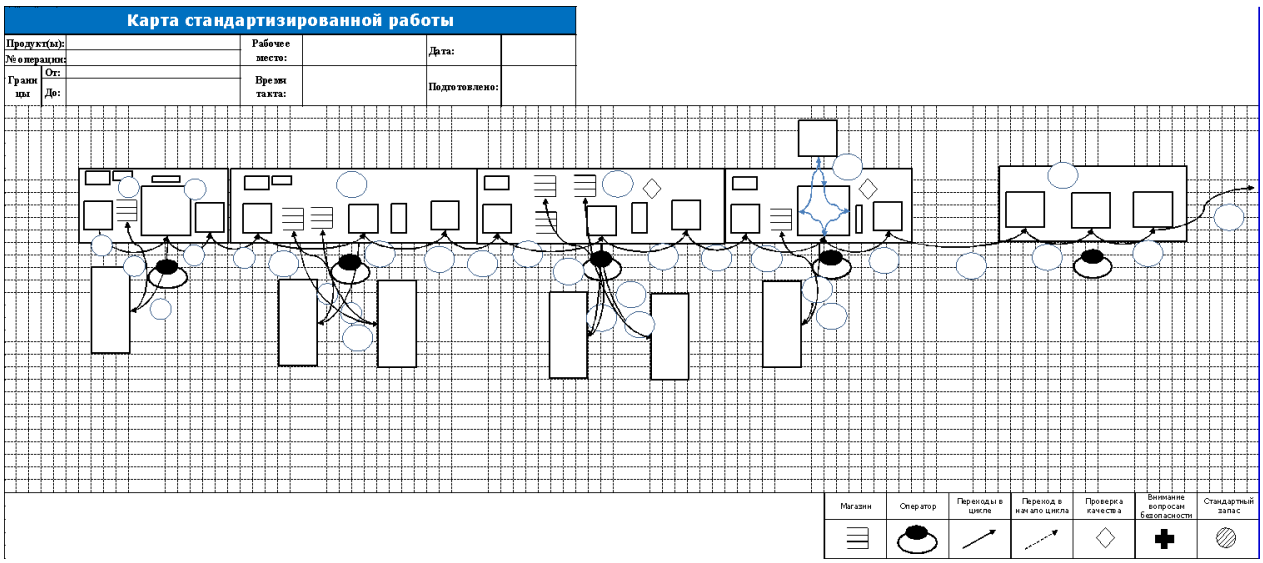


Рис. 2. Карта стандартизированной работы

Помимо выстраиваемой логистики производственного процесса также необходимо учитывать план производства изделия (например, сборки), то есть создать «Дерево изделия».

На рис. 3 представлен пример, как может выглядеть «Дерево изделия», чтобы построить имитационную модель, приближенную к реальному производственному участку.

После полного сбора данных начинается построение самой имитационной модели, которая, в свою очередь, будет отражать каждый из параметров, но в другом виде.

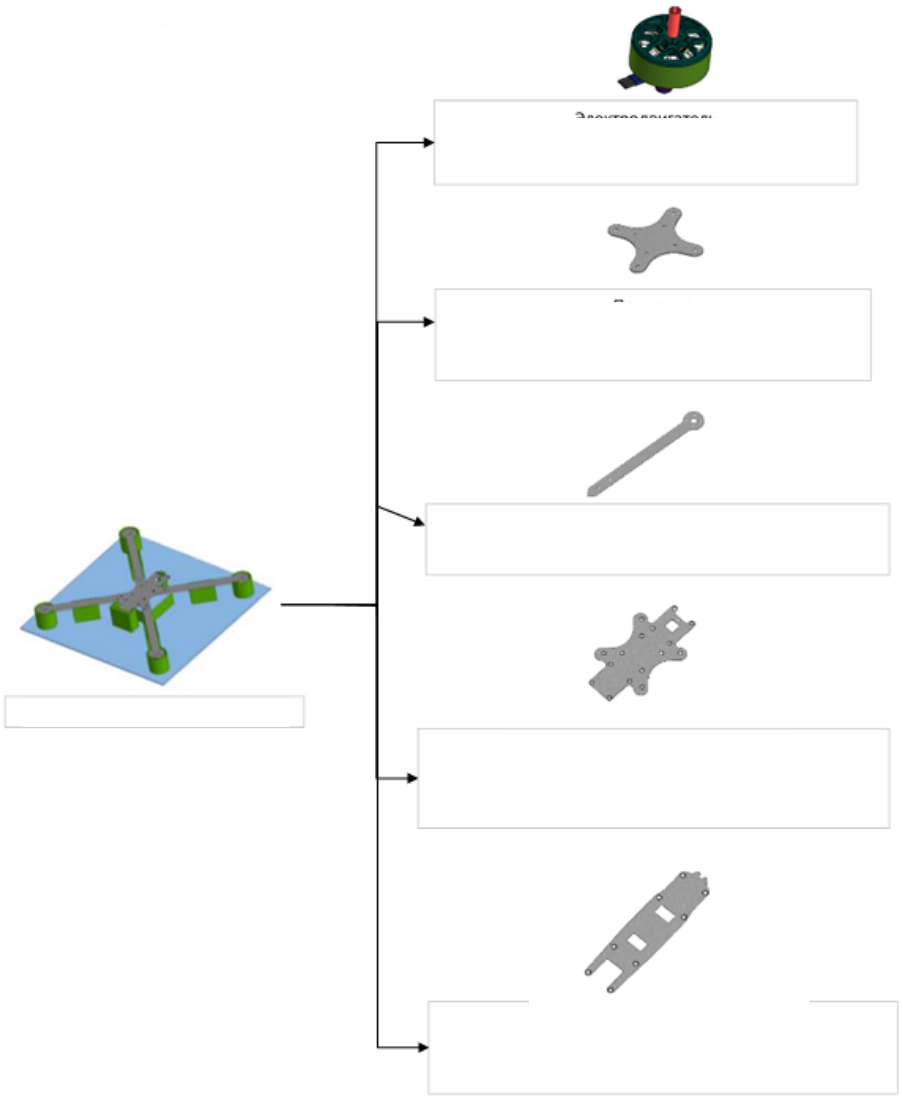


Рис. 3. Дерево изделия

Таким образом, можно сделать вывод о фундаментальной зависимости качества имитационной модели от полноты и достоверности исходной информации. Невозможно создать правильную имитационную модель без определенного минимально необходимого набора входных данных. Для ее точной визуализации и обеспечения корректного функционирования необходимо предварительно составить комплексный пакет документов, который служит формализованным отражением всех аспектов моделируемой системы.

Список литературы

1. Григорьев С.Н. Имитационное моделирование производственных процессов различных типов машиностроительных производств. – С.Н. Григорьев, В.А. Долгов, П.А. Никишечкин, С.С. Ивашин, Н.В. Долгов. – Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана, сер.: Машиностроение, № 3. Москва, 2022. С. 84–99.
2. Лащенков Д.П. Имитационное моделирование гибкой производственной системы на базе автоматизированного сборочно-монтажного цеха. – Д.П. Лащенков, В.Л. Бурковский. – Вестник Воронежского государственного технического университета, т. 15, № 3. Воронеж, 2019. С. 51–56.
3. Дмитриев А.Я. Повышение роли инжиниринга качества на основе робастных методов в авиадвигателестроении. – А.Я. Дмитриев, Т.А. Митрошкина, Р.С. Загидуллин; В сборнике: Климовские чтения – 2022: перспективные направления развития авиадвигателестроения. Сборник статей научно-технической конференции. Санкт-Петербург, 2022. С. 413–420.
4. Теппинг Д. Карта потока создания ценности в сфере услуг: [пер. с англ.] / Д. Теппинг, Э. Данн. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2009. – 136 с. – ISBN 978-5-94938-100-8.
5. Ротер М. Карта потока создания ценности: ваш инструмент для идентификации потерь // Инструменты бережливого производства: сб. ст. – Москва, 2018. – С. 45–78.
6. Тихо Я. Стандартизированная работа для бережливого производства: руководство по внедрению методов стандартизации / Я. Тихо, Л.С. Вейдер; [пер. с англ. А.В. Логиновой]. – М.: Альпина Паблишер, 2021. – 226 с.: ил., табл. – ISBN 978-5-9614-7308-0.

References

1. Grigoriev, S.N. Simulation modeling of production processes of various types of machine-building industries. S.N. Grigoriev, V.A. Dolgov, V.A., P.A. Nikishechkin, S.S. Ivashin, S.S., N.V. Dolgov, N.V.; Bulletin of Bauman Moscow State Technical University, ser.: Mechanical Engineering, No. 3. Moscow, 2022. pp. 84-99.
2. Lashchenkov, D.P. Simulation of a flexible production system based on an automated assembly and assembly shop. D.P. Lashchenkov, V.L. Burkovsky. Bulletin of the Voronezh State Technical University, vol. 15, No. 3. Voronezh, 2019. pp. 51-56.
3. Dmitriev, A.Ya. Increasing the role of quality engineering based on robust methods in aircraft engine building. A.Ya. Dmitriev, T.A. Mitroshkina, R.S. Zagidullin; In the collection: Klimov Readings – 2022: promising areas of development of aircraft engine building. Collection of articles of the scientific and technical conference. Saint Petersburg, 2022. pp. 413-420.
4. Tapping, D. Value Stream Mapping in Services: [translated from English] / D. Tapping, E. Dunn. – Moscow: RIA «Standards and Quality», 2009. – 136 p. – ISBN 978-5-94938-100-8.
5. Rother, M. Value Stream Mapping: Your Tool for Identifying Waste // Lean Manufacturing Tools: a collection of articles. – Moscow, 2018. – P. 45–78.
6. Tiho, Y. Standardized Work for Lean Manufacturing: A Guide to Implementing Standardization Methods / Y. Tiho, L. S. Weider; [translated from English by A. V. Loginova]. – Moscow: Alpina Publisher, 2021. – 226 p.: ill., tables. – ISBN 978-5-9614-7308-0.

Для цитирования
Максимова Л.Э. Применение международных и национальных стандартов при оценке уровня зрелости бизнес-процессов / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 424–429.

УДК 658.5:664

ПРИМЕНЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ И НАЦИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ ПРИ ОЦЕНКЕ УРОВНЯ ЗРЕЛОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Максимова Л.Э., *ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Россия, Саранск*

В статье рассматривается роль международных и национальных стандартов для анализа и оценки зрелости бизнес-процессов организаций. На примере предприятия пищевой промышленности рассматривается возможность и целесообразность применения модели оценки уровня зрелости бизнес-процессов CMMI в стандартизированной системе менеджмента качества и системе менеджмента безопасности пищевой продукции. Предлагаются рекомендации по повышению уровня зрелости процессов.

Ключевые слова: бизнес-процессы, уровень зрелости, стандарты, процессный подход, CMMI, ГОСТ Р ИСО, оценка, совершенствование.

APPLICATION OF INTERNATIONAL AND NATIONAL STANDARDS IN ASSESSING THE LEVEL OF MATURITY OF BUSINESS PROCESSES

Maksimova L.E *Ogarev Mordovia State University, Russia, Saransk*

This article examines the role of international and national standards for analyzing and assessing the maturity of organizations' business processes. Using a food industry company as an example, it explores the feasibility and feasibility of applying the CMMI business process maturity assessment model to a standardized quality management system and a food safety management system. Recommendations for improving process maturity are offered.

Keywords: business processes, level of maturity, standards, process approach, CMMI, ISO, evaluation, improvement.

Введение

В условиях современной экономики процессный подход к управлению становится ключевым инструментом для обеспечения конкурентоспособности предприятий. Данный подход основан на тщательном анализе, организации и последующей оптимизации бизнес-процессов. В свою очередь, анализ и оценка зрелости бизнес-процессов позволяют организациям выявить недостатки и потенциал для улучшений, способствуя устойчивому развитию. Повышение уровня зрелости бизнес-процессов помогает компаниям разрабатывать дальнейшие стратегии по внедрению и улучшению управления организацией с учетом процессного подхода.

Актуальность темы связана с необходимостью интеграции стандартов на системы менеджмента качества, базирующихся на процессном подходе, в практику управления, что помогает оптимизировать ресурсы и повысить удовлетворенность клиентов, особенно в контексте Индустрии 4.0. Это также дает возможность грамотно построить систему управления всей компании и, в свою очередь, способствует повышению эффективности бизнеса в целом. Например, в пищевой промышленности, где строгие требования к безопасности и качеству продукции диктуют необходимость внедрения системы менеджмента качества (СМК) в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001–2015 и системы менеджмента

безопасности пищевой продукции (СМБПП) по ГОСТ Р ИСО 22000–2019, а также моделей зрелости бизнес-процессов, таких как CMMI, для минимизации рисков и снижения потерь от брака.

Цель исследования

Цель данной статьи – исследовать возможность и целесообразность применения модели оценки уровня зрелости бизнес-процессов CMMI в стандартизированной системе менеджмента качества и системе менеджмента безопасности пищевой продукции, разработать рекомендации по повышению зрелости процессов.

Материал и методы исследования

Методы исследования включают качественный анализ (анализ проблем), модель CMMI, количественный анализ, а также использование исходных данных: научной литературы, международных и национальных стандартов, интернет-источников, аналитических материалов и внутренних документов ООО «Далеан С».

Результаты исследования и их обсуждение

Международные и национальные стандарты, прежде всего стандарты на системы менеджмента качества, отраслевые системы менеджмента и системы менеджмента по аспектам деятельности, обеспечивают структурированную основу для анализа и оценки бизнес-процессов. Рассмотрим некоторые из них. Один из ключевых – ГОСТ Р ИСО 9001–2015 «Системы менеджмента качества. Требования» акцентирует внимание на процессном подходе в менеджменте качества. Этот стандарт требует от организаций не только описания процессов, но и их регулярного мониторинга, анализа рисков и возможностей для улучшения. Он подчеркивает важность определения ключевых показателей эффективности (KPI) и вовлеченности руководства в управление качеством [1].

Процессный подход в стандарте ГОСТ Р ИСО 22000–2019, который касается управления рисками при производстве пищевых продуктов, включает в себя систематическое определение и менеджмент процессов и их взаимодействия таким образом, чтобы достигать намеченных результатов в соответствии с политикой пищевой безопасности и стратегией развития организации. Стандарт также ориентирует контроль опасностей продуктов питания, взаимодействие с поставщиками, потребителями, надзорными органами, непрерывное улучшение и совершенствование процессов.

Другой значимый стандарт – ГОСТ Р ИСО 10006–2019 «Менеджмент качества. Руководящие указания по менеджменту качества в проектах» – ориентирован на внедрение аспектов в проектную деятельность. Он рекомендует планирование, контроль и улучшение качества через четкие требования и методы мониторинга, обеспечивая достижение целей и постоянное совершенствование процессов [5].

В сфере информационной безопасности ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001–2021 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Требования» устанавливает систему управления начиная от оценки рисков до реализации защитных мер. Этот стандарт подчеркивает контекст организации, включая внешние и внутренние факторы, и требует непрерывного улучшения для адаптации к изменениям [3].

Вместе с тем следует отметить, что разработан ряд стандартов, ориентированных на анализ и оценку зрелости бизнес-процессов или частично затрагивающих данные вопросы.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-2–2009 «Информационная технология. Оценка процесса», основанный на модели SPICE, вводит шестиуровневую шкалу оценки процессов: от неполного (уровень 0) до оптимизируемого (уровень 5). Он использует атрибуты для измерения компетентности, позволяя количественно оценивать эффективность [4].

ГОСТ Р ИСО 9004–2019 «Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению устойчивого успеха организации» фокусируется на достижении устойчивого

успеха через баланс задач и целей, стимулируя вовлеченность персонала и регулярный мониторинг. Этот стандарт поддерживает использование самооценки как инструмента для анализа уровня зрелости организации. Среди основных аспектов, которые охватывает самооценка, можно выделить: управление процессами и взаимосвязями между ними в виде системы для повышения согласованности; представление сети процессов, их последовательности и взаимосвязей в виде графиков (например, карт процессов, диаграмм); определение критериев для выходных данных процессов, оценка возможностей и показателей процессов посредством сравнения выходных данных с критериями; оценка рисков и возможностей, связанных с процессами, и внедрение действий, необходимых для предупреждения, выявления и смягчения нежелательных событий [2].

Для оценки зрелости широко применяется модель CMMI (Capability Maturity Model Integration), которая определяет пять уровней зрелости процессов (табл. 1) [8].

Таблица 1

Шкала зрелости бизнес-процессов по модели CMMI

Уровень зрелости	Признаки
Начальный	Отсутствие процессов, стандартов и процедур
	Несистемный подход к работе
	Неопределенная ответственность за результаты работы
	Неэффективное использование ресурсов и технологий
	Отсутствие понимания важности процессов и их влияния на качество продукции
Управляемый	Стандартизация процессов управления проектами
	Документирование процессов управления проектами
	Использование формальных методов управления проектами, таких как планирование, управление рисками, управление бюджетом и т.д.
	Применение системного подхода к управлению проектами
	Управление проектами на основе ожидаемых результатов
	Отслеживание проектов по расписанию и бюджету
	Проведение анализа проектов и оценка их эффективности
Определенный	Определены и документированы процессы управления проектами, управления качеством и другие ключевые процессы
	Процессы управления проектами и управления качеством реализуются в соответствии со стандартизированными и документированными процедурами
	Для оценки эффективности процессов используются метрики
	Имеется план улучшения процессов с конкретными задачами, сроками и ответственными лицами
	Сотрудники проходят обучение лучшим практикам и методологиям управления проектами
	Процесс регулярно оценивается и анализируется, а результаты используются для его улучшения
Управляемый на основе количественных данных	Применение статистических методов для измерения и контроля процессов
	Использование количественных показателей для оценки эффективности процессов
	Управление процессов на основе количественных данных и с учетом рисков и изменений в процессе
	Управление качеством на основе количественных данных
	Улучшение качества процессов и продукции на основе данных
	Разработка и внедрение процессов управления рисками и изменениями
	Управление проектами и процессами на основе количественных показателей и опоры на данные
Оптимизируемый	Организация постоянно совершенствует свои процессы
	Предприятие использует современные методы и инструменты для управления своими процессами

Уровень зрелости	Признаки
	Успехи и неудачи принимаются во внимание и используются для будущего улучшения процессов
	Организация разрабатывает программу совершенствования процессов, включая постановку целей и измерение успеха
	Проведение регулярных аудитов процессов для оценки их эффективности и выявления областей, требующих улучшения
	Создание системы отслеживания показателей эффективности для оценки эффективности процессов и выявления областей, требующих улучшения
	Создание процессов управления инновациями и улучшениями, включая планирование, внедрение и измерение успеха изменений

Модель CMMI позволяет не только диагностировать текущий уровень бизнес-процессов организаций, но и разрабатывать планы их перехода к более высоким стадиям, интегрируя количественные метрики для объективной оценки.

Помимо CMMI существует ряд других моделей оценки зрелости бизнес-процессов организаций, таких как SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination), OPM3 (Organizational Project Management Maturity Model) и P3M3 (Portfolio, Programme and Project Management Maturity Model), которые предлагают дорожные карты для достижения высших уровней зрелости. Например, модель SPICE, интегрированная в ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504, отличается от CMMI тем, что использует шестиуровневую шкалу и фокусируется на атрибутах процессов, позволяя использовать более гибкую оценку. В свою очередь, CMMI подчеркивает интеграцию процессов на организационном уровне, что делает ее более подходящей для комплексного улучшения. Сравнительный анализ моделей CMMI иP3M3 показывает, что модели различаются по охвату: CMMI охватывает разработку, услуги и приобретение, в то время как P3M3 ориентирована на проектное управление. В пищевой отрасли внедрение таких моделей позволяет снизить риски, связанные с качеством, и адаптироваться к требованиям Индустрии 4.0, включающим автоматизацию и предиктивный анализ.

Модель CMMI (актуальная версия 3.0, 2023 г.) дополняет стандарты, фокусируясь на уровнях зрелости процессов. CMMI обеспечивает эволюционный подход от хаотичного управления к оптимизированному и не содержит строгой иерархии уровней. Интеграция модели позволяет организациям не только достигать соответствия нормам, но и непрерывно улучшать процессы [7]. Обновления в CMMI v3.0 включают повышенную гибкость, адаптацию к региональным нуждам и новые области практики, такие как безопасность данных и управление производительностью, что усиливает синергию с ISO 9001 для отраслей (например, пищевой), где требуется быстрая адаптация к изменениям.

В контексте Индустрии 4.0 CMMI поддерживает внедрение таких технологий, как системы мониторинга на основе IoT для отслеживания качества сырья в реальном времени, а также алгоритмы машинного обучения для предиктивного анализа рисков брака. Например, в пищевой промышленности IoT-датчики могут контролировать температурные режимы на этапе термообработки, а AI-модели – прогнозировать вероятность дефектов на основе исторических данных [6].

Внедрение стандартов на системы менеджмента, основанных на процессном подходе, таких как ISO 9001–2015, а также современных моделей оценки зрелости бизнес-процессов, например CMMI, в производственных отраслях, включая пищевую, приносит множество преимуществ, но также сопряжено с вызовами. Среди ключевых преимуществ – снижение операционных затрат за счет оптимизации процессов, повышение качества продукции и усиление доверия потребителей через сертификацию. Например, исследования показывают, что компании с высоким уровнем зрелости бизнес-процессов демонстрируют на 20–30% меньшие потери от брака и лучшую прогнозируемость результатов. Кроме того, стандарты способствуют лучшему управлению рисками, включая цепочки поставок, и облегчают интеграцию с цифровыми технологиями Индустрии 4.0. Однако имеют место определенные

ограничения, связанные с высокими начальными затратами на обучение персонала, сопротивлением изменениям со стороны сотрудников и необходимостью адаптации моделей к специфике отрасли (например, строгие санитарные нормы в пищевом производстве). Для преодоления этих барьеров рекомендуются поэтапное внедрение, начиная с пилотных процессов, и регулярные аудиты для корректировки. В итоге баланс преимуществ и недостатков делает стандарты незаменимыми для долгосрочного роста.

Данный подход был апробирован в ООО «Далеан С» – на предприятии пищевой промышленности, специализирующемся на переработке овощей и фруктов. В компании функционируют СМК и СМБПП, основанные на процессном подходе. Ключевые процессы включают «Переработку овощей» и «Контроль качества и измерение продукции». Анализ процессов в ООО «Далеан С» выявил, что узкие места связаны с недостаточной автоматизацией этапов переработки (например, ручная сортировка сырья), что увеличивает время цикла и вероятность человеческой ошибки. Отсутствие интеграции данных в реальном времени между производственными линиями и системой контроля качества затрудняет оперативное выявление дефектов. Эти проблемы подтверждаются внутренними отчетами предприятия [9].

Оценка зрелости по модели CMMI показала, что оба процесса находятся на уровне «Управляемый на основе количественных данных», что означает наличие документированных процедур и метрик, но существует недостаток в статистическом контроле и оптимизации (табл. 2).

Таблица 2

Уровни зрелости процессов в ООО «Далеан С»

Уровни зрелости	**Процесс**	
	Переработка овощей	**Контроль качества и измерение продукции**
Начальный	–	–
Управляемый	–	–
Определенный	–	–
Управляемый на основе количественных данных	X	X
Оптимизируемый	0	0

Примеч.: обозначения: – уровень пройден, X – уровень частично достигнут, 0 – уровень не достигнут

Анализ позволил выявить ряд проблем, например отсутствие практики применения современных статистических методов [9]. Текущая система мониторинга, основанная на ГОСТ Р ИСО 9001–2015, позволяет отслеживать результативность процессов, но требует доработки для перехода к оптимизации. Для визуализации можно использовать схему бизнес-процессов, где входы/выходы процессов отображены в графическом виде (например, диаграмма потока для «Переработки овощей» с указанием этапов: приемка сырья → очистка → термообработка → упаковка).

Для повышения зрелости процессов рекомендуется внедрить следующую систему метрик в 1С:ERP: процент дефектной продукции (цель – снижение на 15%), OEE (не менее 85%, формула: OEE = (Доступное время / Планируемое время) × (Фактическая производительность / Теоретическая производительность) × (Качественная продукция / Общая продукция)), время цикла (сокращение на 10%). Руководитель процесса должен отвечать за мониторинг, а персонал – пройти обучение по статистическим методам [8]. Это позволит перейти к уровню «Оптимизируемый», интегрируя стандарты CMMI в существующие системы менеджмента. Для повышения практической ценности рекомендаций предлагается интегрировать элементы Industry 4.0, такие как AI, для предиктивного анализа рисков.

Интеграция СМК и СМБПП и CMMI может привести к значительному экономическому эффекту за счет снижения затрат на брак, к оптимизации ресурсов и повышению производительности. Кроме того, интеграция с CMMI v3.0 может снизить время на аудит на 25% благодаря фокусу на данных и автоматизации.

Выводы

Таким образом, проведенное исследование подтвердило, что применение международных и национальных стандартов на системы менеджмента качества, таких как ГОСТ Р ИСО 9001–2015 и ГОСТ Р ИСО 22000–2019, и моделей оценки зрелости бизнес-процессов CMMI позволяет системно оценивать и повышать зрелость бизнес-процессов [10]. На примере ООО «Далеан С» показано, как анализ бизнес-процессов позволяет выявить в них области для улучшений, способствует их оптимизации. Это может способствовать снижению брака продукции, повышению эффективности и конкурентоспособности предприятия. Дальнейшие перспективы работы предприятия в данном направлении могут включать интеграцию с другими моделями для дальнейшего развития, а также фокус на устойчивость и инновации.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9001–2015 Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2015.
2. ГОСТ Р ИСО 9004–2019 Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению устойчивого успеха организации. – М.: Стандартинформ, 2020.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001–2021 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. – М.: Стандартинформ, 2022.
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-2–2009 Оценка процессов. Часть 2. Концепция и словарь. – М.: Стандартинформ, 2010.
5. ГОСТ Р ИСО 10006–2019. Менеджмент качества. Руководящие указания по менеджменту качества в проектах. – М.: Стандартинформ, 2019.
6. Артемьева С.И. Алгоритм применения модели процессной зрелости для совершенствования бизнес-процессов организации // Омский научный вестник. – 2023. – Т. 8. – № 3. – С.138–146.
7. Нефедов И. Ю. Анализ и оценка уровня зрелости управления бизнес-процессами современной организации // Экономические системы. – 2016. – № 1. – С. 58–59.
8. Репин В. В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. 512 с.
9. СТО СМК 003–2018 Мониторинг и измерение процессов. – Саранск: ООО «Далеан С», 2018 (дата обращения: 02.10.2025).
10. Scalabre O. Embracing Industry 4.0 – and Rediscovering Growth // BCG Perspectives. – 2016. – URL: https://www.bcg.com/capabilities/operations/embracing-industry-4.0-rediscovering-growth (дата обращения: 02.10.2025).

References

1. GOST R ISO 9001–2015 Quality management systems. Requirements. – Moscow: Standardinform, 2015.
2. GOST R ISO 9004-2019 Quality management. Quality of organization. Guide to achieving sustainable success of the organization. – Moscow: Standardinform, 2020.
3. GOST R ISO/IEC 27001–2021 Information technology. Security methods and means. – Moscow: Standardinform, 2022.
4. GOST R ISO/IEC 15504-2–2009 Evaluation of processes. Part 2. Concept and dictionary. – Moscow: Standardinform, 2010.
5. GOST R ISO 10006-2019 Quality management. Guidelines on quality management in projects. – Moscow: Standardinform, 2019.
6. Artemyeva S.I. Algorithm for applying the process maturity model to improve the organization's business processes // Omsk Scientific Bulletin. – 2023. – Vol. 8. – №3. – P.138–146.
7. Nefedov I. Yu. Analysis and assessment of the level of maturity of business process management of a modern organization // Economic systems. – 2016. – № 1. – P. 58–59.
8. Repin V. Business processes. Modeling, implementation, management. – Moscow: Mann, Ivanov and Ferber, 2013. 512 p.
9. STO QMS 003–2018. Monitoring and measurement of processes. – Saransk: LLC "Dalean S", 2018 (access date: 02.10.2025).

Для цитирования
Палькина Ю.Р., Аникина К.О. Развитие лидерства в системах менеджмента организаций на основе требований международных и национальных стандартов / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 430–437.

УДК 006.1

РАЗВИТИЕ ЛИДЕРСТВА В СИСТЕМАХ МЕНЕДЖМЕНТА ОРГАНИЗАЦИЙ НА ОСНОВЕ ТРЕБОВАНИЙ МЕЖДУНАРОДНЫХ И НАЦИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ

Палькина Ю.Р., *канд. экон. наук, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Россия, Саранск*
Аникина К.О., *магистрант, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Россия, Саранск*

В статье рассматривается отражение роли лидерства в стандартизированных системах менеджмента. Детальный анализ требований к лидерству в соответствии с актуальными версиями международных и национальных стандартов позволяет сделать выводы о значимости компетентного руководства в организации. Исследуются практические аспекты развития лидерских компетенций для эффективного внедрения и поддержания СМК. Проведена апробация моделей совершенства при проведении самооценки молодежного центра в части реализации лидерства, что позволило идентифицировать применяемые подходы и области для улучшения.

Ключевые слова: лидерство, международные и национальные стандарты, системы менеджмента, система менеджмента качества (СМК), высшее руководство, модель премии Правительства РФ, молодежный центр.

LEADERSHIP DEVELOPMENT IN THE MANAGEMENT SYSTEMS OF ORGANIZATIONS BASED ON THE REQUIREMENTS OF INTERNATIONAL AND NATIONAL STANDARDS

Palkina Yu.R., *PhD in Economics, Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia*
Ankina K.O., *Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia*

The article examines the reflection of the role of leadership in standardized management systems. A detailed analysis of the requirements for leadership in accordance with the current versions of international and national standards allows us to draw conclusions about the importance of competent leadership in an organization. The article explores the practical aspects of developing leadership competencies for the effective implementation and maintenance of the QMS. The article also tests the models of excellence in conducting a self-assessment of the youth center's leadership implementation, which allowed us to identify the approaches used and areas for improvement.

Keywords: leadership, international and national standards, management systems, quality management system (QMS), top management, model of the Russian Government Award, youth center.

Введение

В современных условиях цифровизации, высокой конкуренции и динамичных внешних факторов роль лидера выходит за рамки административного управления в традиционном представлении. Он становится стратегом и носителем организационных ценностей, а также формирует видение будущего организации. Через личный пример, открытые коммуникации и поддержку инициативы лидер формирует вовлеченность персонала и развивает потенциал команды.

Развитие международной и национальной стандартизации не может не учитывать данные аспекты. Данный подход нашел отражение в международных и национальных стандартах, регулирующих системы менеджмента по аспектам деятельности и в отраслевых стандартах. В целях устранения трудностей, возникающих при одновременном внедрении стандартов, отличающихся по структуре, Международная организация по стандартизации

(ISO) разработала Приложение SL9 для следования единым принципам построения стандартов, унифицированной структуры и согласованного текста. При этом в нем большое внимание уделяется высшему руководству (глава 5). В разделе «Лидерство» описываются ответственность и обязательства высшего руководства, политика, организационные функции, роли, обязанности и полномочия.

Современной тенденцией развития систем менеджмента является активное применение моделей организационного совершенства. В отличие от стандартов данные модели ориентированы не столько на соответствие установленным нормам, сколько на оценку уровня зрелости организации и ее управленческих практик. Применение таких моделей позволяет выявить сильные и слабые стороны деятельности, а также формировать показатели для мониторинга результатов. Некоторые из данных моделей также нашли отражение в международных и национальных стандартах.

Вместе с тем в научных публикациях, на наш взгляд, уделяется недостаточное внимание данному вопросу как с теоретической, так и с практической точки зрения. Это говорит о необходимости проведения исследований в данной области.

Цель исследования

Цель данной статьи – проанализировать современные подходы к развитию лидерства в системах менеджмента организаций на основе требований международных и национальных стандартов, апробировать модели совершенства при проведении самооценки деятельности конкретной организации в части реализации лидерства. Это позволит оценить уровень зрелости организации в исследуемой области, идентифицировать применяемые подходы и области для улучшения.

Материалы и методы исследования

Методология исследования базируется на трудах ученых и специалистов, посвященных развитию стандартизированных систем менеджмента. В процессе исследования использовались методы системного, критического анализа, сравнения и сопоставления, самооценки и др. При проведении исследования опирались на положения международных и национальных стандартов на системы менеджмента.

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящее время широкое распространение получают разработка, внедрение и поддержание в организациях стандартизированных систем менеджмента, а также формирование на их основе интегрированных систем менеджмента. Во всех международных и национальных стандартах, на основе которых они формируются, прослеживается весомая роль лидера.

На наш взгляд, целесообразно начать рассмотрение данного вопроса со стандартов на систему менеджмента качества (СМК), поскольку они являются самыми распространенными и, как правило, лежат в основе формирования интегрированных систем менеджмента. Система менеджмента качества, построенная на принципах процессного подхода, принятия решений на основе фактов и непрерывного улучшения, является ключевым инструментом для достижения стабильно высоких результатов. Тем не менее даже самая совершенная система, регламентированная документами и процедурами, останется не более чем формальностью без ее «оживления» людьми. Центральной фигурой, от которой зависит успех или провал СМК, является лидер – прежде всего высшее руководство организации.

Лидерство в системе менеджмента качества рассматривается как ключевой фактор, определяющий способность организации достигать устойчивых результатов и развиваться в долгосрочной перспективе. ГОСТ Р ИСО 9000–2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» указывает, что лидеры на каждом уровне организации должны обеспечивать единство цели и направления деятельности организации, а также

создавать условия, в которых работники взаимодействуют для достижения целей организации в области качества [1].

Эволюция международного стандарта ISO 9001 в отношении реализации лидерства демонстрирует, что на каждом этапе развития стандарта усиливались значение лидерства и роль руководства в СМК (табл. 1).

Таблица 1

Эволюция стандартов ISO 9001 в части реализации лидерства [2]

Стандарт	Описание
ISO 9001:1987-1994	Фокус на соответствие продукции и устранение несоответствий; роль руководства сводилась к обеспечению ресурсами, назначению представителя руководства по качеству и проведению периодического анализа системы. Фактически руководство делегировало функции по качеству, оставаясь в стороне от операционных процессов.
ISO 9001:2000	Впервые сформулированы 8 принципов менеджмента качества, один из которых – лидерство руководителей. Руководство должно было не только демонстрировать свою приверженность качеству, но и доводить до сотрудников важность удовлетворения требований потребителя, устанавливать политику и цели в области качества, проводить анализ СМК со стороны руководства.
ISO 9001:2008	Одним из нововведений стало закрепление обязанности руководства демонстрировать устойчивую приверженность системе менеджмента качества, принимать участие в распределении ответственности и полномочий, а также обеспечивать выполнение и результативность процессов СМК, обеспечивающих его функционирование.
ISO 9001:2015	Лидерство выделено в отдельный раздел (п.5). Акцент сместился на интеграцию СМК в бизнес-процессы организации, на стратегическое управление и принятие на себя ответственности за результативность системы. Появились требования к тому, чтобы руководство «руководило процессами» и обеспечивало ориентацию на клиента.

Вышепредставленная эволюция стандарта ISO 9001 в исследуемой области демонстрирует путь от административного контроля к подлинному стратегическому лидерству, где качество становится неотъемлемой частью корпоративной культуры и бизнес-модели.

Раздел 5 «Лидерство» международного стандарта ISO 9001:2015, а следовательно, и его российского аналога ГОСТ Р ИСО 9001–2015 содержит конкретные требования к высшему руководству, краткая характеристика которых представлена в табл. 2.

Таблица 2

Требования к лидерству в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001–2015

Пункт стандарта	Краткая характеристика
Лидерство и приверженность (п. 5.1)	Высшее руководство должно демонстрировать свое лидерство и приверженность в отношении СМК, а также в отношении ориентации на потребителей.
Политика (п. 5.2)	Высшее руководство должно разработать, реализовывать и поддерживать в актуальном состоянии политику в области качества, обеспечивать, чтобы она быть доступной и применялась как документированная информация, а также была доведена до заинтересованных сторон.
Функции, ответственность и полномочия в организации (п. 5.3)	Высшее руководство должно обеспечить определение, доведение до работников и понимание в организации обязанностей, ответственности и полномочий для выполнения соответствующих функций.

Таким образом, требования стандартов формируют портрет идеального лидера СМК. В табл. 3 рассмотрим ключевые компетенции, которыми, на наш взгляд, должен обладать лидер в области качества.

Таблица 3

Ключевые компетенции лидера в области качества

Наименование категории компетенции	Описание
Стратегическое мышление и видение	Лидер должен видеть, как СМК способствует достижению долгосрочных целей организации. Он трансформирует политику в области качества в конкретные, измеримые стратегические цели, понятные всем сотрудникам.
Компетенции в области коммуникации	Ясность и прозрачность: способность просто и понятно доносить политику, цели и важность СМК. Обратная связь: создание каналов для получения обратной связи от сотрудников и клиентов. Мотивация: умение вдохновлять команду на достижение целей в области качества, а не просто приказывать.
Умение вовлекать персонал	Лидер создает среду, в которой сотрудники не просто исполняют инструкции, а активно участвуют в улучшении процессов. Это требует делегирования полномочий, признания заслуг и создания атмосферы доверия.
Принятие решений на основе свидетельств	Современный лидер оперирует не интуицией, а фактами и данными. Он требует предоставления объективной информации о процессах, удовлетворенности клиентов и эффективности СМК для принятия взвешенных управленческих решений.
Ориентация на клиента и рынок	Лидер постоянно «держит руку на пульсе» рынка, предвосхищает изменения в потребностях клиентов и направляет организацию на их удовлетворение.

Значимая роль руководства также находит отражение в международных и национальных стандартах на системы менеджмента по аспектам деятельности и отраслевых стандартах на системы менеджмента качества организации. На рис. 1 представлен ряд соответствующих национальных стандартов.

Отраслевые стандарты на системы	ГОСТ Р ИСО 16949–2009 «Системы менеджмента качества. Особые требования по применению ИСО 9001:2008 в автомобильной промышленности и организациях, производящих соответствующие запасные части»
	ГОСТ Р ИСО 22000–2019 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции»
	ГОСТ Р ИСО 29001–2023 «Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Отраслевые системы менеджмента качества. Требования к организациям, поставляющим продукцию и услуги»
Стандарты на системы менеджмента по аспектам деятельности	ГОСТ Р ИСО 14001–2016 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению»
	ГОСТ Р ИСО 45001–2020 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования и руководство по применению»
	ГОСТ Р ИСО 50001–2023 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению»
	ГОСТ Р ИСО 26000–2012 «Руководство по социальной ответственности»
	ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001–2021 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Требования»

Рис. 1. Основные национальные отраслевые стандарты и стандарты на системы менеджмента по аспектам деятельности [3]

Вопросы лидерства находят отражение и в других стандартах, способствующих развитию менеджмента в организации. Например, в ISO 31000:2018 «Менеджмент риска – Руководство» (российский аналог ГОСТ Р ИСО 31000 – 2019) усилена роль стратегического уровня риск-менеджмента в этом процессе, уделяется внимание роли лидеров и области их ответственности. Ранее руководители предприятий дистанцировались от практической реализации риск-ориентированного подхода и новый акцент должен подчеркнуть значимость управления рисками как неотъемлемым элементом стратегического развития бизнеса. В соответствии с п. 5.2 «Лидерство и приверженность» ГОСТ Р ИСО 31000 – 2019 руководители высшего звена, если это применимо, должны обеспечить интеграцию менеджмента риска во все направления деятельности организации [4].

Таким образом, в каждом стандарте на систему менеджмента, независимо от его направления и области применения, уделяется внимание роли высшего руководства и принципу лидерства, поскольку именно лидер задает направления развития системы менеджмента и формирует культуру ответственности у персонала.

Вместе с тем следует признать, что при разработке и внедрении стандартизированных систем менеджмента, и СМК в частности, часто нарушается принцип лидерства. Например, система внедряется по формальной схеме только для того, чтобы получить сертификат, а руководство компании не понимает перспектив от использования данных систем.

Также необходимо отметить, что при несомненных преимуществах стандартов на системы менеджмента и целесообразности их применения в организациях, подход на их основе, в том числе в части лидерства, имеет ограничения. Данные стандарты не в полной мере учитывают аспекты деятельности организаций, от которых зависит их успех в долгосрочной перспективе. В связи с этим важным становится переход данных систем к моделям устойчивого организационного развития (совершенства).

В данном контексте ГОСТ Р ИСО 9004–2019 «Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению устойчивого успеха организации» служит руководством для организаций, ориентированных на долгосрочный успех и стратегическое развитие. В отличие от ГОСТ Р ИСО 9001–2015 данный стандарт делает акцент на зрелости системы менеджмента, вовлеченности заинтересованных сторон, развитии лидерства и оценке эффективности управления. В соответствии с его положениями роль лидера в организации заключается в содействии достижению устойчивого успеха в сложной, взыскательной и постоянно меняющейся среде. Подчеркивается важность его роли в формировании и поддержке коллективного видения и ценностей; пересмотре миссии, видения, ценностей и культуры организации через запланированные промежутки времени и при изменении среды; демонстрации лидерства и приверженности в рамках организации; мотивации персонала; поддержке развития лидерства и др. [5].

Интеграция в системы менеджмента критериев положений признанных моделей организационного совершенства также существенно расширяет возможности организаций. Они активно внедряются и хорошо зарекомендовали себя применительно к системам менеджмента организаций разного размера и сфер деятельности. В нашей стране наиболее популярна модель премии Правительства РФ в области качества. Для ее популяризации разработан и утвержден соответствующий стандарт ГОСТ Р 59916–2021 «Премии Правительства Российской Федерации в области качества. Модель конкурса и принципы проведения оценки». Представленная в данном стандарте модель включает критерий «Лидерство» и предполагает, что в совершенных организациях лидеры разного уровня определяют видение будущего и делают его возможным, вызывая доверие к себе и выступая примером в отношении этики и ценностей организации [6].

В рамках исследования была проведена апробация данных моделей в части реализации лидерства в организации на примере ГБУ «Мордовский республиканский молодежный центр» (ГБУ МРМЦ). Так, был использован подход к проведению подробной самооценки элементов подраздела 7.1 ГОСТ Р ИСО 9004–2019, ориентированного на лидерство. Оценка уровня зрелости включала в себя 5 уровней. По результатам опроса сотрудников и анализа

управленческих процессов на предприятии среднее значение составило 4 балла, что соответствует 4 уровню зрелости.

В качестве свидетельств, подтверждающих данный уровень зрелости, были приведены следующие факты:

– В молодежной политике лидерами определены миссии и ценности, которые транслируются в массы и на основе которых строится работа центра. К ним относятся: человекоцентричность, непрерывное развитие, смелость в идеях и действиях и т.д. Благодаря этому сотрудники вовлечены в работу, находятся в одном информационном поле.

– В центре четко определены внутренние и внешние процессы, за каждым отделом закреплены выполняемые функции, а за работниками – должностные обязанности. В коллективе складываются доверительные отношения, сотрудники помогают друг другу при организации крупных мероприятий. Уделяется внимание развитию лидерства в молодежном центре: у сотрудников есть перспективы карьерного роста (есть конкретные примеры, подтверждающие это), для них организуют постоянное обучение. Это способствует развитию лидерских качеств у работников.

– При организации и проведении мероприятий молодежным центром лидеры учитывают культурные аспекты, ограниченные ресурсы, специфику организаций.

– Сотрудники молодежного центра имеют общую цель при осуществлении своей работы – развитие молодежной политики в регионе, работают согласно ценностям Росмолодежи. Молодежный центр с каждым годом увеличивает свои показатели, что повышает его конкурентоспособность.

– Лидеры и большинство сотрудников вовлечены в разработку программы мероприятий на год, что позволяет учитывать их мнение и укреплять ценности центра.

– По каждому мероприятию в молодежном центре разработаны показатели, что способствует вовлечению и повышению эффективности работы сотрудников.

Это свидетельствует о достаточно высоком уровне развития лидерства, однако сохраняется потенциал для совершенствования – выход на 5 уровень зрелости, который включает в себя установление динамичной взаимосвязи лидерства между всеми уровнями организации для повышения и поддержания успеха организации.

Следующим инструментом, с помощью которого была предпринята попытка оценить лидерство в организации, является самооценка деятельности по модели премии Правительства РФ в области качества [7]. В рамках исследования была проведена самооценка деятельности ГБУ МРМЦ по пяти составляющим критерия 1 «Лидерство» данной модели, которая позволила идентифицировать ключевые подходы, реализуемые в данной области (табл. 4).

Таблица 4

Самооценка деятельности ГБУ МРМЦ по критерию «Лидерство» модели премии Правительства РФ в области качества

Составляющие критерия 1 «Лидерство»	Реализуемые подходы
1а. Лидеры разрабатывают миссию, видение и ценности организации, определяют ее этику и являются примером в их реализации.	В ГБУ МРМЦ лидеры активно разрабатывают и транслируют миссию, видение и ценности организации. Например, основные цели деятельности центра (создание условий для социализации молодежи, формирование гражданско-нравственной позиции) четко сформулированы и доведены до сотрудников и заинтересованных сторон через стратегические документы и внутренние коммуникации. Лидеры демонстрируют примеры социально-ответственного и этического поведения как внутри, так и вне организации, способствуют развитию культуры лидерства в молодежной среде.
1б. Лидеры разрабатывают, внедряют, анализируют	Лидеры различных уровней используют ряд показателей оценки результатов своей деятельности, в частности аналитические

Составляющие критерия 1 «Лидерство»	Реализуемые подходы
систему менеджмента организации и результаты ее деятельности, обеспечивая непрерывное совершенствование системы.	инструменты (Яндекс.Метрика, CRM), для оценки эффективности мероприятий и программ. Лидеры принимают решения на основе данных, например, корректируют программы мероприятий по результатам анкетирования участников.
1в. Лидеры взаимодействуют с внешними заинтересованными сторонами.	Лидеры разного уровня активно сотрудничают с партнерами (Росмолодежь, «Движение Первых», волонтерские организации) и учитывают их ожидания, например через мониторинг, удовлетворенности молодежи. Финансовая прозрачность обеспечивается лидерами (прежде всего руководителями проектов) через отчетность по грантам и бюджетным средствам.
1г. Лидеры, вовлекая персонал, укрепляют культуру делового совершенства организации.	В ГБУ МРМЦ лидеры формируют способность быстро обучаться и своевременно действовать (проводятся тренинги), создают условия для вовлечения сотрудников, в том числе путем внедрения цифровых инструментов (Telegram-боты, Яндекс.Трекер). Поощряют генерацию новых идей для инновационного и организационного развития, например через участие в конкурсах и проектных школах.
1д. Лидеры обеспечивают гибкость организации и эффективно управляют изменениями с учетом интересов заинтересованных сторон.	Лидеры принимают обоснованные и своевременные решения в условиях современных вызовов (например, переход на онлайн-формат во время пандемии), используют проектный подход при организации фестивалей, форумов и т.п., привлекают заинтересованные стороны к изменениям. Это позволило увеличить число мероприятий с 300 в 2020 году до 1500 в 2024 году. Баланс социальных и экономических факторов достигается через программы поддержки молодежи и оптимизацию бюджета.

Среди областей для улучшения в исследуемой области можно в первую очередь отметить: отсутствие примеров использования сбалансированного набора показателей для анализа результатов деятельности в долгосрочной и краткосрочной перспективах; недостаточно свидетельств обеспечения лидерами целостности и системности усовершенствований; мало примеров управления лидерами изменениями с привлечением всех заинтересованных сторон; мало свидетельств использования лучшего опыта по управлению изменениями; мало примеров оценки и пересмотра подходов.

Таким образом, ГБУ МРМЦ следует продолжать работу по совершенствованию существующих подходов в отношении лидерства, в том числе изучая опыт других организаций.

Выводы

Таким образом, лидерство является ключевым фактором эффективности любой организации, обеспечивая формирование стратегического видения и достижения устойчивого успеха. При актуализации международных и национальных стандартов на системы менеджмента все больше внимания уделяется роли высшего руководства и принципу лидерства. Однако применение подходов на основе стандартов ИСО не является достаточным условием внедрения в организации стандартов лучшей практики, хотя и закладывает базу для этого. Проведенная оценка реализации лидерства в ГБУ «Мордовский республиканский молодежный центр» показала, что руководство центра демонстрирует высокий уровень вовлеченности и эффективно реализует ключевые процессы лидерства. Тем не менее в организации сохраняется потенциал для развития лидерских компетенций и укрепления межуровневых взаимодействий, что позволит центру достигать еще более высоких результатов и повышать устойчивость своей деятельности.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9000–2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь: Национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2015 г. № 1390-ст: введен впервые: дата введения 2015–11–01 / подготовлен Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации». – Москва: Стандартинформ, 2018. – 53 с. – Текст: непосредственный.
2. Стандарт ISO 9001 и его история [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dqs-russia.ru/stati/standart-iso-9001-i-ego-istoriya/ (дата обращения: 20.09.2025).
3. Росстандарт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rst.gov.ru/ (дата обращения: 20.09.2025).
4. ГОСТ Р ИСО 31000–2019 Менеджмент риска. Принципы и руководство: Национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2019 г. № 1379-ст: введен взамен ГОСТ Р ИСО 31000–2010 : дата введения 2020–03–01 / подготовлен некоммерческим партнерством «Русское Общество Управления Рисками». – Москва: Стандартинформ, 2020. – 19 с. – Текст: непосредственный.
5. ГОСТ Р ИСО 9004–2019 Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению устойчивого успеха организации: Национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 августа 2019 г. № 514-ст: введен взамен ГОСТ Р ИСО 9004–2010: дата введения 2020–10–01 / подготовлен Ассоциацией по сертификации «Русский Регистр». – Москва: Стандартинформ, 2019. – 62 с. – Текст: непосредственный.
6. ГОСТ Р 59916–2021 Премии Правительства Российской Федерации в области качества. Модель конкурса и принципы проведения оценки: Национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 декабря 2021 г. № 1747-ст: введен впервые: дата введения 2022–04–01 / разработан Автономной некоммерческой организацией «Российская система качества». – Москва: Российский институт стандартизации, 2022. – 16 с. – Текст: непосредственный.
7. Премия Правительства Российской Федерации. Руководство для организаций – участников конкурса на соискание премий Правительства Российской Федерации в области качества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://admmegion.ru/upload/iblock/8c5/Rukovodstvo-po-Premii.pdf (дата обращения: 25.09.2025).

References

1. GOST R ISO 9000-2015 Keyfiyyət İdarəetmə Sistemləri. Əsas müddəalar və lüğət: Rusiya Federasiyasının milli standartı: rəsmi nəşr: Texniki Tənzimləmə və Metrologiya Federal Agentliyinin 28 sentyabr 2015-ci il tarixli 1390–st əmri ilə təsdiq edilmiş və qüvvəyə minmişdir: ilk dəfə təqdim edilmişdir : giriş tarixi 2015-11-01 / "Ümumrusiya tədqiqat Sertifikatlaşdırma İnstitutu"Açıq Səhmdar Cəmiyyəti tərəfindən hazırlanmışdır. – Moskva: Standartinform, 2018. – 53 s. – mətn: birbaşa.
2. ISO 9001 standartı və onun Tarixi [Elektron resurs]. – Giriş rejimi: https://dqs-russia.ru/stati/standart-iso-9001-i-ego-istoriya / (müraciət tarixi: 20.09.2025).
3. Rosstandart [Elektron resurs]. – Giriş rejimi: https://www.rst.gov.ru / (müraciət tarixi: 20.09.2025).
4. GOST R ISO 31000-2019 Risk menecmenti. Prinsiplər və rəhbərlik: Rusiya Federasiyasının milli standartı: rəsmi nəşr : Texniki Tənzimləmə və Metrologiya Federal Agentliyinin 10 dekabr 2019-cu il tarixli 1379-st əmri ilə təsdiq edilmiş və qüvvəyə minmişdir : GOST R ISO 31000-2010 əvəzinə təqdim edilmişdir : giriş tarixi 2020-03-01 / "Rusiya Risklərin İdarə Edilməsi cəmiyyəti"qeyri-kommersiya Tərəfdaşlığı tərəfindən hazırlanmışdır. – Moskva: Standartinform, 2020. – 19 S. – mətn: birbaşa.
5. GOST R ISO 9004-2019 Keyfiyyət menecmenti. Təşkilatın keyfiyyəti. Təşkilatın davamlı uğuruna nail olmaq üçün bələdçi: Rusiya Federasiyasının milli standartı: rəsmi nəşr: Texniki Tənzimləmə və Metrologiya Federal Agentliyinin 20 avqust 2019-cu il tarixli 514-st əmri ilə təsdiq edilmiş və qüvvəyə minmişdir: GOST R ISO 9004-2010 əvəzinə təqdim edilmişdir : giriş tarixi 2020-10-01 / "Rus qeydiyyatı"Sertifikatlaşdırma Birliyi tərəfindən hazırlanmışdır. – Moskva: Standartinform, 2019. – 62 S. – mətn: birbaşa.
6. GOST R 59916-2021 Rusiya Federasiyası hökumətinin keyfiyyət sahəsində mükafatları. Müsabiqə modeli və qiymətləndirmə prinsipləri: Rusiya Federasiyasının milli standartı: rəsmi nəşr: Texniki Tənzimləmə və Metrologiya Federal Agentliyinin 9 dekabr 2021-ci il tarixli 1747-st əmri ilə təsdiq edilmiş və qüvvəyə minmişdir: ilk dəfə təqdim edilmişdir: giriş tarixi 2022-04-01 / "Rusiya keyfiyyət sistemi"Muxtar Qeyri-kommersiya təşkilatı tərəfindən hazırlanmışdır. – Moskva: Rusiya Standartlaşdırma İnstitutu, 2022. – 16 s. – mətn: birbaşa.
7. Rusiya Federasiyası hökumətinin mükafatı. Rusiya Federasiyası Hökumətinin keyfiyyət sahəsində mükafatları üçün müsabiqədə iştirak edən təşkilatlar üçün təlimat [Elektron resurs]. – Giriş rejimi: https://admmegion.ru/upload/iblock/8c5/Rukovodstvo-po-Premii.pdf (müraciət tarixi: 25.09.2025).

Для цитирования
Полетаев А.А., Яблоков А.Е., Сироткин Р.О. Информационная модель прогнозирования технического состояния оборудования пищевых производств на основе анализа вибрационных сигналов / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 438–450.

УДК 004.94:681.518:006.015

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ВИБРАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ

Полетаев А.А., *аспирант ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», кафедра «Промышленная инженерия», г. Москва*
Яблоков А.Е.*, д-р техн. наук, проф., доцент кафедры «Промышленная инженерия», ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», Москва*
Сироткин Р.О.*, канд. техн. наук, заместитель генерального директора ФГБУ «Институт стандартизации», Россия, г. Москва*

Представлена информационная модель прогнозирования технического состояния приводных узлов оборудования пищевых производств на базе анализа вибрационных сигналов. Модель реализует единый конвейер: цифровая предобработка, удаление DC, нормализация, спектральная оценка методом Уэлча, окно Hann, NFFT=4096, перекрытие 50%, гибридное признаковое пространство – логарифмическая сетка спектральных амплитуд, энергии в лог-полосах, расширенная статистика, доменно-специфические агрегаты, многоклассовая нейронная классификация patternnet, trainscg и интерпретируемая интегральная оценка дефектности на основе нечеткой логики Мамдани. Эксперимент выполнен на смесителе с двухвальным рыхлителем и асинхронным электродвигателем АИР132М2У2 мощностью 11 кВт, 600 об/мин, измерительный тракт: акселерометр ДН-3М1 + АЦП L-Card E14-440D, частота дискретизации 20 кГц, контрольная точка – передний подшипник типоразмера 6308. Получена суммарная точность классификации 99,94 % на отложенной выборке при сохранении объяснимости решений через лингвистические уровни DefectLevel «Норма/Предупреждение/Крит». Предложенный подход согласован с ГОСТ Р ИСО 20816/13374 и ориентирован на практики стандартизации и технического регулирования, обеспечивая воспроизводимость измерений и поддержку обслуживания по состоянию в производственной среде. Результаты положены в основу разрабатываемой интеллектуальной автоматизированной системы диагностики оборудования производства пищевых концентратов. Научная новизна заключается в предложении гибридной модели диагностики оборудования, совмещающей нейросетевую классификацию и нечеткую интерпретацию в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13379.

Ключевые слова: информационная модель, вибродиагностика, спектральная оценка Уэлча, обслуживание по состоянию, функциональная надежность, техническое регулирование.

INFORMATION MODEL FOR PREDICTING THE TECHNICAL CONDITION OF FOOD PRODUCTION EQUIPMENT BASED ON VIBRATION SIGNAL ANALYSIS

Poletaev A.A.*, Postgraduate Student, ROSBIOTECH, Department of Industrial Engineering, Moscow*
Yablokov A.E., *Doctor of Technical Sciences, Professor, Associate Professor of the Department of Industrial Engineering, ROSBIOTECH, Moscow*
Sirotkin R.O*., Ph.D., Director of the Russian Standardization Institute, Moscow*

An information model for predicting the technical condition of the drive units of food production equipment based on the analysis of vibration signals is presented. The model implements a single pipeline: digital preprocessing, DC removal, normalization, Welch spectral estimation, Hann window, NFFT=4096, 50% overlap, hybrid feature space – logarithmic grid of spectral amplitudes, energies in

log bands, advanced statistics, domain-specific aggregates, multiclass neural classification patternnet, trainscg and interpreted integral estimation defects based on Mamdani's fuzzy logic. The experiment was performed on a mixer with a two-shaft ripper and an asynchronous AIR132M2U2 electric motor with a power of 11 kW, 600 rpm, measuring path: accelerometer DN-3M1 + ADC L-Card E14-440D, sampling frequency 20 kHz, control point – front bearing size 6308. The total classification accuracy of 99.94 % was obtained on the deferred sample while maintaining the explainability of solutions through linguistic levels of DefectLevel "Norm/Warning/Crete." The proposed approach is consistent with GOST R ISO 20816/13374 and is focused on standardization and technical regulation practices, ensuring reproducibility of measurements and maintenance support in the production environment. The results form the basis of the developed intelligent automated diagnostic system for food concentrate production equipment. The scientific novelty lies in the proposal of a hybrid model of equipment diagnostics combining neural network classification and fuzzy interpretation in accordance with GOST R ISO 13379.

Keywords: information model, vibration diagnostics, neural network classification, fuzzy logic Mamdani, predictive maintenance, digital signal processing, standardization, technical regulation.

Актуальность

Повышение функциональной надежности и управляемости рисками в пищевой промышленности требует перехода к обслуживанию по техническому состоянию на основе стандартизованных процедур измерения и интерпретации данных. Вибрационная диагностика – наиболее зрелый канал мониторинга для приводных узлов, однако ее практическая эффективность определяется качеством информационной модели, согласованной с ГОСТ Р ИСО 20816 и ГОСТ Р ИСО 13374, а также способностью алгоритмов давать интерпретируемые решения для служб главного инженера.

Введение

Повышение надежности и энергоэффективности технологического оборудования пищевых производств требует перехода от регламентного обслуживания к мониторингу по состоянию с использованием формализованных диагностических моделей. Наиболее информативным каналом для вращающихся узлов остается вибрационная диагностика на основе спектров виброускорения и виброскорости, сочетание классических оценок Welch/FFT и методов машинного обучения обеспечивает раннее выявление дефектов при промышленно приемлемой стоимости измерений [1–3]. Современные обзоры и академические исследования подтверждают результативность глубоких моделей и гибридных конвейеров обработки в задачах диагностики подшипников и приводов, включая сценарии, близкие к реальному производству [1, 2, 4, 5, 9, 10].

Для интеграции диагностических решений в производственный контур пищевой отрасли важно соответствие международным и национальным стандартам измерений, обработки и представления данных мониторинга состояния. Это описано в стандартах ГОСТ Р ИСО 20816, ГОСТ Р ИСО 13374, ГОСТ Р ИСО 13379, что обеспечивает воспроизводимость результатов и сопоставимость порогов [21–24]. Прикладные работы по пищевым производствам и отечественные исследования показывают, что применение нейросетевых классификаторов в сочетании с доменно-ориентированной признаковой инженерией повышает достоверность распознавания типовых дефектов: BPFO-дефекта наружного кольца подшипника, BPFI-дефекта внутреннего кольца подшипника, BSF-дефекта тел качения, перекос вала, дисбаланс ротора [11–12, 14–17, 18–20, 25].

Целью настоящей работы является разработка и верификация информационной модели прогнозирования технического состояния приводных узлов оборудования пищевых производств на основе анализа вибрационных сигналов. Предлагается гибридная архитектура: цифровая предобработка Welch, окно Hann, NFFT=4096 – признаковое представление, согласованное с нормативными диапазонами, – нейросетевая классификация по шести классам состояний – интерпретируемая интегральная оценка дефектности на базе нечеткого вывода Мамдани. Экспериментальная часть выполнена на смесителе с двухвальным

рыхлителем с асинхронным электродвигателем на 600 об/мин, где достигнута суммарная точность до 99,9% на отложенной выборке, показана согласованность решений с требованиями ГОСТ и пригодность модели для внедрения в состав разрабатываемого аппаратно-программного комплекса акселлерометр – ESP32 – Raspberry Pi – Android приложение [14–17, 21–24]. Представленная работа относится к направлению информационного обеспечения стандартизации и технического регулирования в рамках создания интеллектуальных систем диагностики

Теоретическая часть и структура разрабатываемой модели диагностического комплекса

Вибрационная диагностика опирается на анализ временных реализаций виброускорений и виброскоростей и их спектральных представлений. К базовым индикаторам относятся среднеквадратичное значение RMS, пиковые и пик-пиковые значения, спектральная плотность мощности и энергетические интегралы по диагностическим полосам частот. Для подшипников качения используются характерные частоты: BPFO, BPFI (внешнее/внутреннее кольцо), BSF (элемент качения), FTF (сепаратор), а также гармоники оборотной частоты 1X/2X/… для выявления дисбаланса и перекоса. Спектральная оценка методом Уэлча – окно Ханна, перекрытие, фиксированный NFFT обеспечивает устойчивость оценок на шумных данных и совместимость с нормативными процедурами анализа [1–2, 18–19]. Дополнительную информативность дают расширенные статистики skewness, kurtosis и признаки формы спектра [14–16], [20].

Международные и национальные стандарты определяют требования к измерениям, обработке и представлению диагностических данных. ГОСТ Р ИСО 20816–1 регламентирует единицы измерения, условия съема, диапазоны частот и критерии оценки вибрационного состояния; профильные части, например для редукторов, задают отраслевые особенности [21–22]. ГОСТ Р ИСО 13374 описывает сквозной **информационный конвейер** мониторинга: сбор – проверка качества – предобработка – извлечение признаков – диагностика/прогноз – визуализация и оповещение, а также требования к форматам данных и трассируемости [23]. ГОСТ Р ИСО 13379 задает правила интерпретации результатов и принятия решений на основании диагностических признаков и контекстной информации [24]. Соблюдение этих норм критично для воспроизводимости измерений, сопоставимости результатов и последующей интеграции с системами управления качеством и техрегулированием в пищевой отрасли.

Современные обзоры показывают устойчивый рост эффективности методов ИИ для диагностики вращающихся машин по вибрационным данным: от классической признаковой инженерии с последующей классификацией MLP, Random Forest до глубоких моделей CNN, LSTM для автоматического извлечения признаков [1–2, 4–6, 11, 14–17, 25]. На практике в условиях ограниченного объема размеченных данных и необходимости интерпретируемости широко применяются компактные нейросетевые классификаторы с тщательно сформированными доменно-ориентированными признаками, такими как логарифмическая частотная сетка, энергии по полосам, пиковая структура спектра. Для повышения прозрачности решений и устойчивости к вариативности режимов целесообразно дополнять вероятностный выход нейросети нечеткой агрегацией в стиле Мамдани, которая трансформирует вероятности и энергетические индикаторы в единый индекс дефектности с лингвистическими уровнями «Норма/Предупреждение/Критическое значение» в духе подходов к интерпретации, рекомендованных государственными стандартами [23–25].

Цель работы – построить информационную модель прогнозирования технического состояния приводных узлов технологического оборудования пищевых производств по анализу вибрационных сигналов, совместимую с требованиями государственных стандартов. Задача формулируется как мультиклассовая классификация состояний по спектрам виброскорости с последующей интегральной оценкой дефектности и описана в табл. 1.

Таблица 1

Классификация состояний по спектрам виброскорости и ускорений

Классы	Норма, BPFO, BPFI, BSF, Перекос, Дисбаланс. (в данной работе без зубцовых компонентов, т.к. отсутствует редуктор в точке измерений)
Поток данных (логический конвейер)	Измерение (акселерометр) → контроль качества блока → предобработка (DC-removal, нормализация) → спектральная оценка (Welch, фикс. окно/NFFT/перекрытие) → гибридный признаковый вектор (~500+ компонент) → нейросетевая классификация (вероятности классов) → нечеткая агрегация в индекс DefectLevel ∈ [0;1] → визуализация и оповещение
Критерии качества	Суммарная точность и точность по классам, матрица ошибок, ROC/AUC; соответствие требованиям воспроизводимости и представления данных по ГОСТ 13374, верифицируемость решений в терминах порогов по ГОСТ 20816

Такое сочетание стандартно-ориентированного конвейера обработки с компактной нейросетевой моделью и интерпретируемым нечетким слоем отражает актуальные тенденции в диагностике и прогнозировании отказов вращающихся машин [1–2, 4–6, 11, 18–19, 25]. Также конвейер учитывает специфику пищевых производств, где требования к управлению качеством и рисками технологической безопасности особенно высоки [14–17].

Разрабатываемый аппаратно-программный комплекс предназначен для непрерывного мониторинга и прогнозирования технического состояния приводных узлов технологического оборудования пищевых производств по параметрам вибрации. Комплекс реализует полный цикл: измерение → предобработка → формирование признаков → интеллектуальная классификация → интегральная оценка дефектности → передача решений и оповещение персонала. Архитектура и функциональные требования согласованы с отраслевыми стандартами мониторинга состояния машин ГОСТ Р ИСО 20816, ГОСТ Р ИСО 13374, ГОСТ Р ИСО 13379 и опираются на отечественные научные подходы к построению автоматизированных систем диагностики А.Е. Яблокова, В.Г. Благовещенского, Б.Л. Герике и других авторов [10,14–17,20].

Структурно комплекс включает четыре узла, показанных на рис. 1. Он состоит из измерительного модуля, включающего акселерометры и датчики, их ориентацию на точку измеряемого узла, узла съема и буферизации на базе микроконтроллера ESP32-S2 mini, интерфейса I²C/ UART, вычислительного узла на базе одноплатного ПК Raspberry Pi 3A+ с разработкой DSP/ML-аналитикой, базой данных, сетевыми шлюзами, мобильным приложением для Android для конфигурирования, визуализации и уведомлений, возможностью экстренных оповещений через Telegram.

Такое разнесение снижает нестабильность временных интервалов между последовательными измерениями или отсчетами АЦП относительно их номинального значения на нижнем уровне и переносит ресурсоемкие процедуры оценки спектров по Уэлчу, построения признаков, вывод HC/FIS на SBC-узел, что повышает воспроизводимость и масштабируемость решения. Логика потоков данных соответствует функциональной модели по ГОСТ 13374 (входные данные → преобразование →анализ→ вывод-презентация) [23].

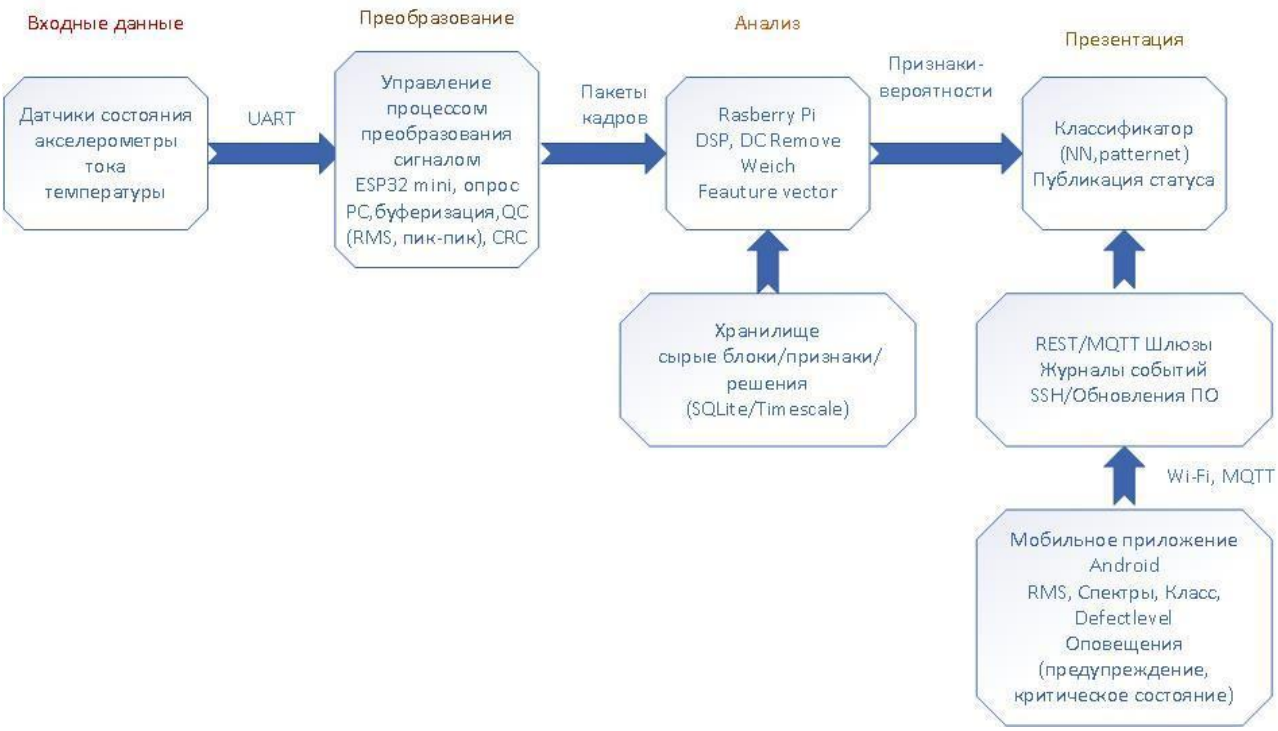


Рис. 1. Информационный поток данных и функциональные уровни комплекса

В качестве измерительного тракта первичный преобразователь вибрации – это тензо-МЭМС-акселерометр с опросом по I²C. Датчик устанавливается на точку узла измерений. Параметры дискретизации подбирают из условия корректного представления диагностически значимых диапазонов, согласуя с методиками ГОСТ Р ИСО 20816-1 [21]. Пример реализации данного подхода на базе датчика ДН-3М1 и АЦП L-Card описан в разделе экспериментальной части.

Узел ESP32 решает задачи инициализации канала, буферизации блоков, контроля качества RMS, пик-пик, дефекты диапазона, маркировки кадров и транспортной надежности CRC32, передачи блоков в вычислительный узел по UART до 921 600 бод. На данном уровне отсутствуют ресурсоемкие операции, что предотвращает временную нестабильность выборки.

На Raspberry Pi реализован стандартизованный конвейер обработки и вычислений, в котором реализовано удаление постоянной составляющей, нормализация, спектральная оценка методом Уэлча, гибридный признаковый вектор, многоклассовая классификация спектров виброскорости нейросетью, интерпретируемая интегральная оценка дефектности с использованием методов нечеткой логики. Схема логики принятия решения на узле Rasberry показана на рис. 2.

Рис. 2. Конвейер обработки и принятия решения на узле Rasberry

Данные и решения публикуются через локальные RESTили MQTT-шлюзы, в приборе ведется БД сырых блоков, признаков и решений SQLite,Timescale. Предусмотрены SSH-туннели для репликации в облачную БД и удаленное обновление ПО одноплатного компьютера.

Приложение Android должно обеспечивать конфигурирование ПДЗ и сети, визуализацию RMS, DefectLevel, классификации и спектры по запросу. Уведомления – предупреждение, крит с гистерезисом, экспорт скриншотов и данных для отчетов. Должны быть реализованы сценарии настройки связи, конфигурации прибора и трендов измерений. Архитектура пользовательских экранов мобильного приложения показана на рис. 3.

Рис. 3 Архитектура пользовательских экранов мобильного приложения

Процедуры измерения и агрегирования метрик соответствуют ГОСТ Р ИСО 20816-1 (общие положения измерений и оценки состояния), специфике приводов (при наличии редукторов – ГОСТ Р ИСО 20816-9), а представление данных и поток обработки согласуются

с ISO 13374 (части 1/3/4). Интерпретация результатов и логика правил – с положениями ГОСТ Р ИСО 13379-1. [21–24]

Теоретические основания определяют набор диагностических признаков и выбор архитектуры ML/FIS. ML – машинное обучение выполняет распознавание или прогнозирование технического состояния по измеренным признакам, **модуль нечеткой логики Fuzzy Inference System** выполняет интерпретацию и интегральную оценку степени дефектности в форме норма, равивающийся дефект или критическое состояние. Экспериментальная часть, описанная далее, подтверждает применимость выбранной модели, т.к. при стендовых измерениях датчиком ДН-3М1, L-Card E14-440D, f_s=20 кГц и обработке полученных значений в MATLAB достигается точность классификации порядка 99,9% на отложенной выборке, форма выходного индикатора DefectLevel согласуется с ожидаемыми паттернами по классам «перекос/дисбаланс/подшипниковые дефекты» [14–17].

Экспериментальная часть

Эксперимент проводился на предприятии АО «Акванова Рус», где в качестве объекта исследования выступает промышленный смеситель с двумя мешалками, диагностическая точка – нижний электродвигатель привода рыхлителя, измерение на передней точке частотных характеристик подшипника типа **6308**. Двигатель – асинхронный АИР132М2У2, номинальная скорость до 3000 об/мин; в исследуемом режиме вращение **600 об/мин** (≈ **10,7 Гц**) под нагрузкой. Редуктора **нет**.

Средства измерений: акселерометр ДН-3М1, АЦП L-Card E14-440D, персональный компьютер с программным обеспечением L-Graph. Частота дискретизации 20 кГц на канал. Время наработки данного оборудования 5 часов. Схема установки датчика на двигателе и точка его крепления на магните показана на рис. 4.

Рис. 4. Схема установки датчика на узел рыхлителя смесителя-измельчителя
1) датчик-акселерометр, 2) асинхронный электродвигатель, 3) модуль АЦП, 4) ПК

Конвейер обработки сигналов предназначен для снятия сигнала датчиком-акселерометром с точки узла оборудоания, преобразования сигнала посредством аналого-цифрового преобразователя в цифровой сигнал с помощью программного обеспечения и вывода его в код матлаб в виде сырой спектрограммы, показанной на рис. 5.

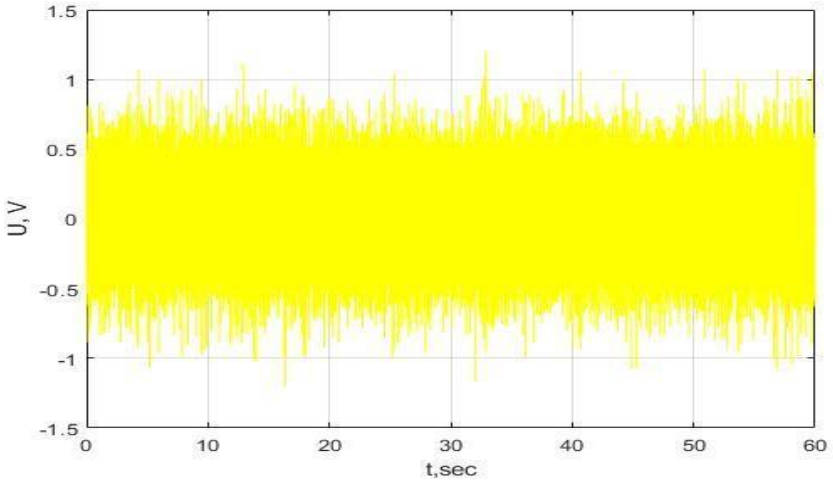


Рис. 5. Сырой сигнал

К сырой акселерограмме последовательно применяются операции удаления постоянной составляющей, применяется линейная фильтрация (в работе использовался эквивалент ФНЧ в MATLAB: *butter*(4, 1000/(fs/2)), **f_c=1 кГц**), что убирает ВЧ-шум и оставляет диагностический диапазон для данного агрегата, численное интегрирование **cumtrapz** для получения виброскорости (диагностика по скоростным признакам согласуется с ГОСТ Р ИСО 20816), спектральная оценка методом Уэлча (**pwelch**): окно **Hann**, **NFFT = 4096**, перекрытие **50 %**. Такой режим обеспечивает устойчивые оценки спектральной плотности на 0–1 кГц (скорость) и 0–5 кГц (ускорение). Примеры эталонного и «дефектных» спектров по виброскорсости показаны на рис. 6.

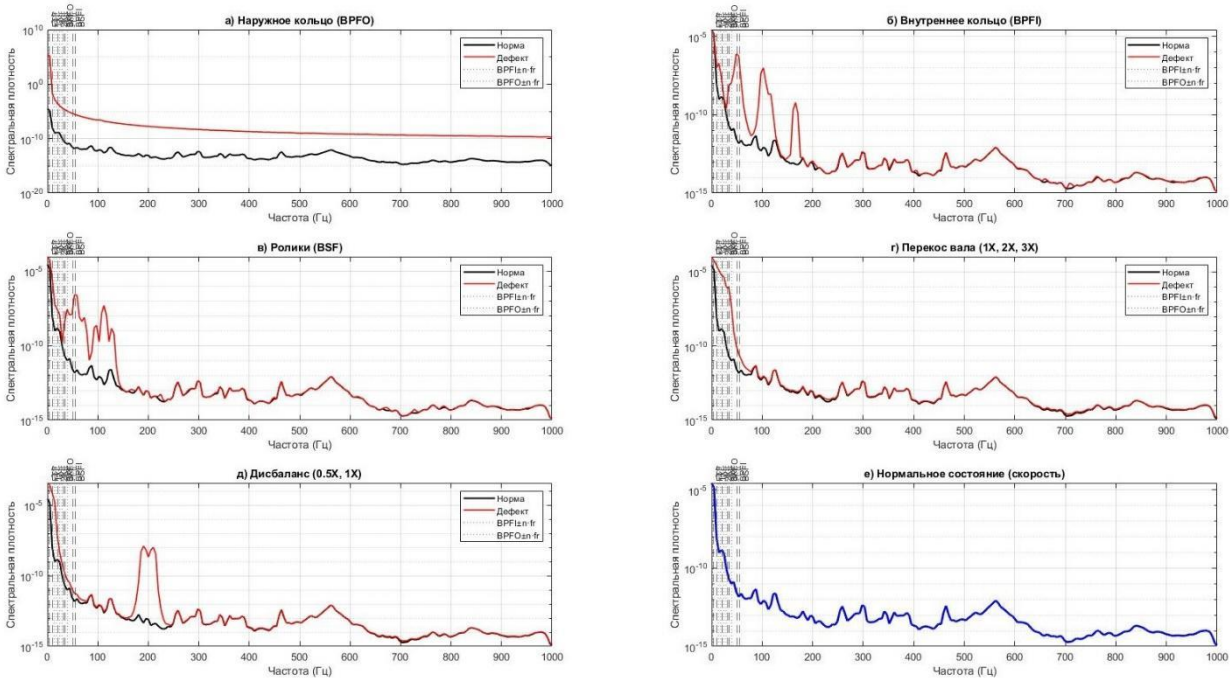


Рис. 6. Спектрограммы преобразованного и разделенного на классы сигнала: а) дефект наружного кольца, б) дефект внутреннего кольца, в) повреждение ролика, г) перекос вала двигателя, д) дисбаланс ротора двигателя, е) состояние нормы

В качестве базовой модели применена многослойная нейросеть (patternnet) с одним скрытым слоем на 40 нейронов и алгоритмом trainscg (ускоренный сопряженный градиент), что обеспечивает быструю и устойчивую сходимость при умеренной размерности. Функция

ошибки – MSE (для совместимости с траекторией обучения и сравнимости кривых), контроль переобучения – Early Stopping по валидационной ошибке. Выход – вектор вероятностей классов (softmax-подобная нормировка).

Оцениваются: точность по классам, суммарная точность, матрицы ошибок, гистограмма ошибок и кривые обучения/градиента. В типичном запуске достигалась суммарная точность порядка 99–100% на отложенной выборке; валид-проверки ≈ 0, снижение градиента монотонное – признак корректной регуляризации и отсутствия «запоминания».

В качестве входного пространства признаков использованы логарифмически дискретизированные спектры виброскорости MRVv, полученные методом Уэлча – окно Hann, NFFT=4096, перекрытие 50%, диапазон 0–1000 Гц. На их основе формируется гибридный вектор: спектральные амплитуды, лог-энергии по 15 полосам, расширенная статистика mean, std, median, rms, skewness, kurtosis, а также инженерные агрегаты – энергии в диапазонах 5–30, 30–200, 200–800 Гц и их отношения; амплитуды гармоник 1X, 2X, межпиковые интервалы. Такой набор согласован с диагностической практикой виброскорости для вращательных механизмов и обеспечивает устойчивую дискриминацию классов BPFO, BSF, перекос, дисбаланс относительно состояния «Норма». Для классификации применен многослойный персептрон patternnet, 40 нейронов, trainscg, выдающий вектор апостериорных вероятностей классов. Архитектура и диагностические метрики нейронной сети показаны на рис. 7.

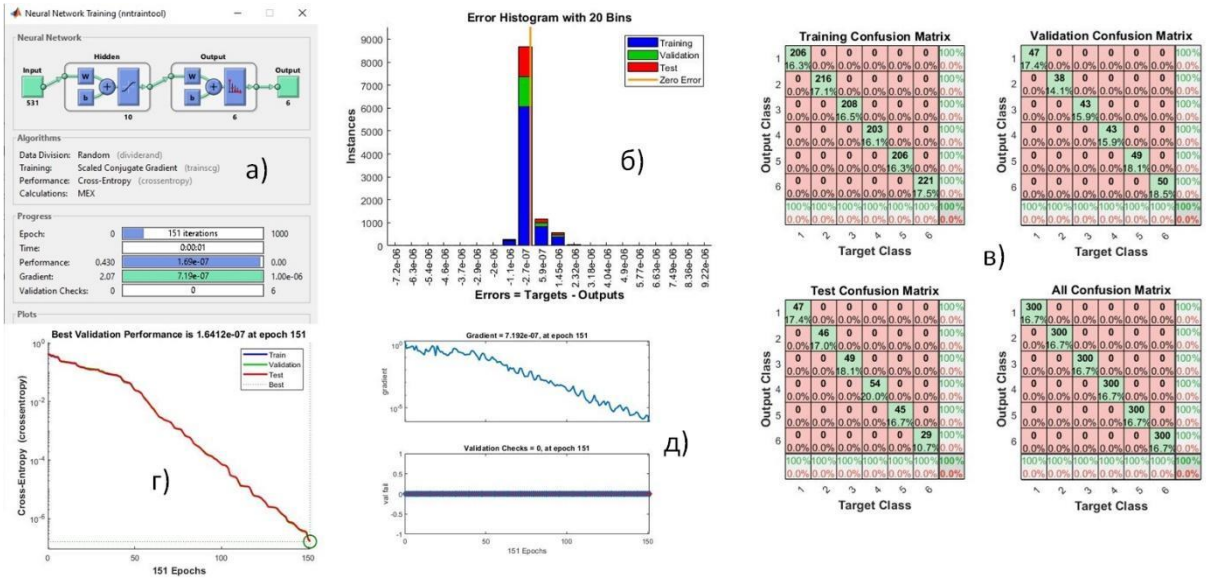


Рис. 7. Архитектура и диагностические метрики нейросетевого классификатора: а) структура и настройки классификатора, б) гистограмма ошибок, в) матрицы ошибок, г) кривая производительности, д) состояние обучения

Для повышения интерпретируемости результатов классификации реализован интегральный индикатор дефектности DefectLevel∈[0;1], получаемый на основе нечеткого вывода Мамдани (FIS) поверх постериорных вероятностей нейросетевого классификатора и энергетических признаков сигнала. В качестве входов FIS используются: максимум апостериорной вероятности по дефектным классам, нормированная RMS-энергия признакового вектора.

Функции принадлежности формируются автоматически из фактических диапазонов данных гауссовых MF для вероятности и трапецеидальные для энергии, а база правил реализует экспертную эвристику «высокая уверенность NN при высокой энергии ⇒ высокий уровень дефектности». Выход «DefectLevel» интерпретируется в трех зонах: «Норма» в диапазоне (0; 0.4), «Предупреждение» (0.4; 0.7), «Крит» (0.7; 1).

На рис. 8 представлен профиль «DefectLevel» по всем экземплярам датасета , где ось X – порядковый номер образца, сгруппированный по классам: «Норма», BPFO, BPFI, BSF,

«Перекос», «Дисбаланс»; ось Y – интегральный уровень дефектности. Красная кривая – сырые значения FIS, синяя – скользящее усреднение «movmean», черная пунктирная – среднее по каждому классу. Вертикальные штриховые линии совпадают с границами классов по 300 образцов, горизонтальные – контрольные пороги 0.4 «Предупреждение» и 0.7 «Крит». Такое наложение позволяет одновременно видеть точечные колебания FIS-оценки, их сглаженную тенденцию и усредненный уровень по классам, что облегчает принятие решений по уставкам и верификацию корректности разметки.

Рис. 8. Интегральная оценка дефектности DefectLevel по образцам датасета

Характерный подъем DefectLevel в диапазоне образцов 1200–1500 соответствует блоку класса «Перекос»: на этих реализациях нейросеть формирует наибольшую апостериорную вероятность данного класса (за счет выраженных гармоник 1X/2X и соответствующего распределения энергии), а FIS конвертирует «уверенность + энергию» в высокий уровень дефектности. Для классов BPFO/BPFI/BSF средняя дефектность остается ниже порога «Предупреждение», поскольку спектральная активность сосредоточена в диагностических полосах BPFO/BSF, но без выраженного роста интегральной энергии, и постериорные вероятности распределяются менее «жестко», чем для «Перекоса».

Предложенный конвейер (нормированная спектрально-статистическая выборка – компактный MLP-классификатор – интерпретируемая FIS-надстройка) показал устойчивое обучение и высокую точность распознавания (≈99–100 %) при физически осмысленных признаках. Интегральный индикатор дефектности корректно отражает «перекос» за счет согласованного роста вероятности NN и спектральной энергии, а подшипниковые дефекты фиксируются как развивающиеся, что удобно для раннего предупреждения. Тем самым подтверждена методологическая состоятельность алгоритма для промышленного внедрения и разработки аппаратно-программного комплекса.

Заключительная часть

В работе сформирована и верифицирована информационная модель прогнозирования технического состояния приводных узлов оборудования пищевых производств на основе анализа вибрационных сигналов. Предложен полный конвейер: предобработка – удаление DC, нормализация, спектральная оценка методом Уэлча – Hann, NFFT=4096, 50% перекрытие, формирование гибридного признака по спектрам виброскорости, мультиклассовая нейросетевая классификация из 6 состояний: норма, BPFO, BPFI, BSF, перекос, дисбаланс и интерпретируемая нечеткая агрегация Mamdani – индикатор DefectLevel$\in$[0;1]. На промышленном оборудовании проведен эксперимент и получены результаты, подтверждающие высокую диагностическую достоверность разрабатываемой модели распознавания признаков на отложенной выборке и устойчивую селективность признаков по

типам дефектов. Нечеткий уровень DefectLevel корректно разделяет режимы «Норма/Предупреждение/Крит», обеспечивая прозрачность решений для эксплуатационного персонала.

Разработана целевая архитектура внедрения (ESP32-S2 → Raspberry Pi → Android-приложение) с открытыми интерфейсами (I²C/UART/MQTT/REST), журналированием и визуализацией, что позволяет интегрировать систему в контуры технического обслуживания по состоянию службы главного инженера. Методология и формат данных согласованы с ГОСТ Р ИСО 20816, ГОСТ Р ИСО 13374/13379, что упрощает метрологическую верификацию и масштабирование решения на другие агрегаты.

Практическая значимость заключается в снижении риска внезапных отказов, сокращении простоев и в повышении управляемости качества за счет раннего обнаружения отклонений. Ограничения текущего этапа (один тип агрегата/точка установки, фиксированный режим) определяют направления продолжения работ: расширение датасета на разные режимы и узлы, мультидатчиковая конфигурация, онлайн-адаптация порогов и пилотное промышленное внедрение. В совокупности полученные результаты обосновывают внедрение интеллектуальной автоматизированной системы диагностики на предприятиях производства пищевых концентратов.

Список литературы / References

1. Bagri I., Tahiry K., Hraiba A., Touil A., Mousrij A. Vibration Signal Analysis for Intelligent Rotating Machinery Diagnosis and Prognosis: A Comprehensive Systematic Literature Review // Vibration. – 2024. – Т. 7, № 4. – С. 1013–1062. – DOI: 10.3390/vibration7040054. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.mdpi.com/2571-631X/7/4/54 (дата обращения: 06.11.2025).
2. Matania O., Dattner I., Bortman J., Kenett R. S., Parmet Y. A systematic literature review of deep learning for vibration-based fault diagnosis of critical rotating machinery: Limitations and challenges // Journal of Sound and Vibration. – 2024. – Vol. 590. – Article 118562. – DOI: 10.1016/j.jsv.2024.118562. – [Электронный ресурс]. – URL: https://doi.org/10.1016/j.jsv.2024.118562
3. Hassan I. U., Panduru K., Walsh J. An In-Depth Study of Vibration Sensors for Condition Monitoring // Sensors. – 2024. – Vol. 24, No. 7. – P. 740. – DOI: 10.3390/s24020740. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.mdpi.com/1424-8220/24/7/740 (дата обращения: 06.11.2025).
4. Ufymtseva S. Comparison of Machine Learning Methods for Anomaly Detection and Condition Monitoring in Rolling Bearings: Autoencoders vs LSTM: Master's Thesis. – Stockholm: KTH Royal Institute of Technology, School of Electrical Engineering and Computer Science, 2024. – 129 p. – [Электронный ресурс]. – URL: https://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1894319/FULLTEXT01.pdf (дата обращения: 06.11.2025).
5. Lang X., Nilsson H., Mao W. A machine learning based analysis of bearing vibrations for predictive maintenance in a hydropower plant // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2024. – Vol. 1411. – Article 012046. – DOI: 10.1088/1755-1315/1411/1/012046. – [Электронный ресурс]. – URL: https://research.chalmers.se/publication/544601/file/544601_Fulltext.pdf (дата обращения: 06.11.2025).
6. Kluczyk M., Grządziela A. Vibration Diagnostics of the Naval Propulsion Systems // Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej. – 2017. – Vol. 58, No. 1 (208). – P. 15–29. – DOI: 10.5604/0860889X.1237619. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/316915617_Vibration_Diagnostics_of_the_Naval_Propulsion_Systems (дата обращения: 06.11.2025).
7. Williams A. S. AI-Driven Predictive Maintenance for Reducing Energy Waste in Manufacturing Equipment // Equipment. – 2025. – May. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/391429896_AI-DRIVEN_PREDICTIVE_MAINTENANCE_FOR_REDUCING_ENERGY_WASTE_IN_MANUFACTURING_EQUIPMENT (дата обращения: 06.11.2025).
8. Gaye A., Ankama F., Abdulrahman I. A. Enhancing Food Safety through Predictive Maintenance: A Mathematical and Engineering Approach to Reduce Equipment-Related Contamination Risks // International Journal of Scientific Research and Modern Technology (IJSRMIT). – 2025. – Vol. 4, Issue 4. – P. 474–482. – DOI: 10.38124/ijsrmt.v4i4.474. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/391556054_Enhancing_Food_Safety_through_Predictive_Maintenance_A_Mathematical_and_Engineering_Approach_to_Reduce_Equipment-Related_Contamination_Risks (дата обращения: 06.11.2025).
9. Kotas F. utilization of artificial intelligence methods in diagnostics of technical systems: bachelor thesis / Filip Kotas; supervisor Jiří Kovář. – Brno: Brno University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, 2021. – 46 s.

10. Яблоков А. Е. Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных: дисс. … д-ра техн. наук. – М.: РОСБИОТЕХ, 2022. – 377 с. – EDN UUXKVH./ Yablokov A. E. Scientific and practical bases of creation of automated systems of technical monitoring and diagnostics of equipment of grain processing enterprises on the basis of neural network methods of data analysis : diss. ... Doctor of Technical Sciences. Moscow: ROSBIOTECH, 2022. 377 p. – EDN UUXKVH.
11. Liakos K. G., et al. Machine Learning for Quality Control in the Food Industry // Foods. – 2018. – Vol. 7, № 4. – DOI: 10.3390/foods7040051. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.mdpi.com/journal/foods (дата обращения: 04.11.2025).
12. Semercioz-Oduncuoglu A. S., Luning P. A. Industry 4.0 technologies in quality and safety control systems in food manufacturing: A systematic techno-managerial analysis on benefits and barriers // Trends in Food Science & Technology. – 2025. – Vol. 163. – P. 105144. – DOI: 10.1016/j.tifs.2025.105144. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.sciencedirect.com/journal/trends-in-food-science-and-technology
13. Vibration Monitoring in Food & Beverage Market 2024–2025: аналитический обзор. – MarketIntelo, 2025. – [Электронный ресурс]. – URL: https://marketintelo.com/report/vibration-monitoring-in-food-and-beverage-market (дата обращения: 04.11.2025).
14. Полетаев А. А., Яблоков А. Е. Нейросетевой метод технической диагностики оборудования по спектрам виброскорости и виброускорений // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 5. – С. 476–481. – DOI: 10.24412/2071-6168-2024-5-476-477./
Poletaev A. A., Yablokov A. E. Neural network method of technical diagnostics of equipment based on vibration velocity and vibration acceleration spectra // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. – 2024. – No. 5. – pp. 476-481. – DOI: 10.24412/2071-6168-2024-5-476-477.
15. Яблоков А.Е., Латышев М.А., Шилина В.Д., Полетаев А.А. Технологии ИНС в задаче спектральной вибродиагностики оборудования хлебопекарного производства // Хлебопечение России. – 2024. – Т. 68, № 3. – С. 16–25. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.hbreview.ru/index.php/hb/article/view/67 (дата обращения: 04.11.2025)./
Yablokov A. E., Latyshev M. A., Shilina V. D., Poletaev A. A. ANN technologies in the problem of spectral vibration diagnostics of bakery equipment. – 2024. – Vol. 68, No. 3. – pp. 16-25.
16. Полетаев А.А., Яблоков А.Е., Сироткин Р.О. Применение спектрального анализа вибраций производственного оборудования для повышения экологической безопасности: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – М.: ВНИИ ГОЧС МЧС России, 2025. – С. 420–424.
Poletaev A. A., Yablokov A. E., Sirotkin R. O. Application of spectral vibration analysis of industrial equipment to improve environmental safety : proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference– Moscow : VNII GOCHS EMERCOM of Russia, 2025, pp. 420-424.
17. Сироткин Р. О., Полетаев А. А., Яблоков А. Е. Информационные технологии для удаленного мониторинга и управления оборудованием на производстве пищевых концентратов: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. – М.: Объединенная редакция, 2024. – С. 152–158.
Sirotkin R. O., Poletaev A. A., Yablokov A. E. Information technologies for remote monitoring and control of equipment in the production of food concentrates : materials of the III International Scientific and Practical Conference– Moscow : United Edition, 2024, pp. 152-158.
18. Костюков В. Н., Науменко А. П. Основы виброакустической диагностики и мониторинга машин. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2011. – 360 с.
Kostyukov V. N., Naumenko A. P. Fundamentals vibroacoustic diagnostics and monitoring of machines. Omsk : Publishing House of OmGTU, 2011. 360 p.
19. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 7: В 2 кн. Кн. 1: В.И. Иванов, И.Э. Власов. Метод акустической эмиссии. Кн. 2: Ф.Я. Балицкий, А.В. Барков, Н.А. Баркова и др. Вибродиагностика. – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2006. – 829 с.: ил./
Non-destructive testing: Handbook: In 8 volumes / Under the general editorship of V.V. Klyuev. Vol. 7: In 2 books. Book 1: V.I. Ivanov, I.E. Vlasov. Acoustic emission method. Book 2: F.Ya. Balitsky, A.V. Barkov, N.A. Barkova and others. Vibration diagnostics. – 2nd ed., ispr. – M.: Mashinostroenie, 2006. – 829 p.: ill.
20. Герике, П. Б. Применение единых критериев для диагностики и прогнозирования технического состояния подшипников / П. Б. Герике, Б. Л. Герике // Горное оборудование и электромеханика. – 2025. – № 4(180). – С. 76–82. – DOI 10.26730/1816-4528-2025-4-76-82. – EDN UGTLBI./
Guericke, P. B. Application of uniform criteria for diagnostics and forecasting of the technical condition of bearings / P. B. Guericke, B. L. Guericke // Mining equipment and electromechanics. – 2025. – № 4(180). – Pp. 76-82. – DOI 10.26730/1816-4528-2025-4-76-82. – EDN UGTLBI
21. ГОСТ Р ИСО 20816-1–2021. Вибрация. Измерения вибрации и оценка вибрационного состояния машин. Часть 1. – М.: Стандартинформ, 2021. – [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200180878 (дата обращения: 04.11.2025) /
GOST R ISO 20816-9–2023. Vibration. Vibration measurements and evaluation of the vibration condition of machines. Part 9. Gearboxes. Moscow: Standartinform, 2023.

22. ГОСТ Р ИСО 20816-9–2023. Вибрация. Измерения вибрации и оценка вибрационного состояния машин. Часть 9. Редукторы. – М.: Стандартинформ, 2023. – [Электронный ресурс]. – URL: https://allgosts.ru/document/1200726756 (дата обращения: 04.11.2025)/
GOST R ISO 13374-1/-3/-4 . Monitoring and diagnostics of machines. Processing, transmission and presentation of data. Moscow: Standartinform, 2011-2021.
23. ГОСТ Р ИСО 13374-1/-3/-4. Мониторинг и диагностика машин. Обработка, передача и представление данных. – М.: Стандартинформ, 2011–2021. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.iso.org/standard/73632.html (дата обращения: 04.11.2025)/
GOST R ISO 13374-1/-3/-4. Monitoring and diagnostics of machines. Processing, transmission and presentation of data. Moscow : Standartinform, 2011-2021.
24. ГОСТ Р ИСО 13379-1-2015. Мониторинг и диагностика машин. Интерпретация данных и принятие решений. Часть 1. – М.: Стандартинформ, 2015. – [Электронный ресурс]. – URL: https://allgosts.ru/document/1200170325 (дата обращения: 04.11.2025)./
GOST R ISO 13379-1-2015. Monitoring and diagnostics of machines. Data interpretation and decision-making. Part 1. Moscow: Standartinform, 2015.
25. Brink H., Richards J., Fetherolf M. Real-World Machine Learning. – Shelter Island, NY : Manning, 2016. – Рус. изд.: Бринк Х., Ричардс Д., Феверолф М. Машинное обучение. – СПб.: Питер, 2017. – 336 с.

Для цитирования
Пономарева В.С. Разработка способа реализации инновационного проекта при создании высокотехнологичного изделия аэрокосмической отрасли / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 451–456.

УДК 658.51

РАЗРАБОТКА СПОСОБА РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА ПРИ СОЗДАНИИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ИЗДЕЛИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Пономарева В.С., *аспирант кафедры 1105 «Управление качеством и сертификация», ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Россия, Москва*

Предложен способ реализации инновационного проекта на базе гейтовой системы, улучшенной в части бизнес-процесса «производство и технологии»: предлагается использовать уровни готовности производства и технологий. Дается авторское определение термина «концепция производства», метод разработки концепции, а также схема ее эволюционного развития. Разработана схема синхронизации этапов гейтовой системы с уровнями технологической и производственной готовности продукта. Разработан способ организации работы по бизнес-процессу «производство технологии» с учетом вышеизложенных улучшений.

Ключевые слова: гейтовая система, бережливое производство, уровень готовности производства, инновационный проект, высокотехнологичное изделие, концепция производства.

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR IMPLEMENTING AN INNOVATIVE AEROSPACE PROJECT DURING THE CREATION OF A HIGH-TECH PRODUCT

Ponomareva V. S., *postgraduate student, Moscow Aviation Institute, Moscow*

A method for implementing an innovative project based on a gate system that has been improved in terms of the "Production and Technology" business process is proposed. This method uses the levels of production and technology readiness. The author's definition of the term "production concept", a method for developing a concept, and a scheme for its evolutionary development is proposed. A scheme for synchronizing the stages of the gate system with the levels of technological and production readiness of the product is developed. A method for organizing work on the "Technology Production" business process with proposed improvements is developed.

Keywords: stage-gate system, lean manufacturing, manufacturing readiness level, innovative project, high-tech product, production concept.

Введение

Устойчивое развитие бизнеса и промышленности невозможно в условиях зависимости от нестабильных внешних по отношению к государству поставщиков компонентов, технологий, оборудования и т.д. Одним из ключевых принципов развития государства в настоящее время является формирование технологического суверенитета, который предполагает, во-первых, разработку и внедрение отечественных альтернатив импортным решениям, во-вторых, создание инноваций, обеспечивающих конкурентные преимущества не только для покрытия внутренних потребностей страны, но и для выхода на мировые рынки сбыта [1, 2]. Однако простое создание инновационного продукта не гарантирует его успешной коммерциализации: большинство технологических решений не доходят до стадии

коммерческой реализации. Этап научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) в промышленности может длиться от 1–3 лет до 10 лет – такой значительный временной интервал между идеей и готовностью к серийному выпуску влечет за собой риск потери актуальности и требует постоянного уточнения бизнес-модели реализации инновационного проекта [3, 4].

Проблематика статьи

Длительный цикл разработки и изготовления характерен для высокотехнологичных изделий аэрокосмической техники. Поскольку в долгосрочной перспективе производство инновационных изделий такого рода определяет технологический суверенитет страны [5], представляют интерес подходы к управлению инновационными проектами.

Постановка задачи исследования заключается в разработке способа реализации инновационного проекта при создании высокотехнологичных изделий аэрокосмической техники с целью запуска серийного производства с заданной стоимостью, стабильным качеством и в срок.

Основная часть

Для успешной коммерциализации создаваемого высокотехнологичного изделия требуется работа, протекающая в рамках ряда взаимосвязанных бизнес-процессов. Согласно стандарту предприятия ПАО «Объединенная авиастроительная корпорация» (ПАО «ОАК») о порядке управления авиационными программами выделяют 9 бизнес-процессов: управление программой, экономика и финансы, маркетинг и продажи, проектирование и разработка, закупки, производство и технологии, испытания, сертификация, послепродажное обслуживание [6]. Бизнес-процессы формируют информационно-материальную среду, за счет которой становится возможным осуществление жизненного цикла изделия. Жизненный цикл авиационной программы согласно стандарту ПАО «ОАК» соотносится с жизненным циклом продукта.

Подход, заключающийся в рассмотрении деятельности предприятия как совокупности процессов, направленных на достижение целей организации, называется процессным [7]. Одной из методологий, которая направлена на реализацию инновационного проекта в логике процессного подхода, является гейтовая система [8].

Жизненный цикл авиационной программы состоит из 11 этапов – гейтов. В ходе программы по каждому бизнес-процессу возможен возврат на предыдущий гейт. Например, в рамках бизнес-процесса «Проектирование и разработка» на этапе изготовления опытного образца (гейт 5) рабочая конструкторская документация используется в производственных условиях и почти наверняка подвергается изменению.

«Маркетинг и продажи» на первых гейтах формирует перспективный план наращивания объемов производства. И тогда возникает вопрос: «Как будет обеспечен план?» Поскольку одной из ключевых особенностей гейтовой методологии является раннее и основанное на фактах определение продукта во всех его аспектах, то и видение оптимального способа организации производства должно формироваться также на ранних этапах [9]. Видение этого способа отражает концепция производства.

Концепция производства – это видение способа организации производственного процесса, которое формируется на основании данных о предполагаемом процессе изготовления изделия и перспективного плана наращивания объемов производства, разрабатывается для понимания общих принципов достижения стратегической цели в аспекте производства.

При организации эффективного производства обращаются к методологии бережливого производства, или Lean. Поскольку Lean является философией, которая требует выработки привычки мыслить о производственном процессе как о потоке создания ценности, задумываться о внедрении подходов следует уже на ранних этапах инновационного проекта.

Концепция производства отражает применяемые технологии, производственные участки, количество рабочих мест и исполнителей, оборудование, планировочные решения, логистические маршруты. В основе расчетов должны лежать цикловые графики изготовления, их анализ и оптимизация, анализ производственных мощностей, работа по времени такта, необходимо применять поточный метод организации процесса, а также подходы Lean для создания среды непрерывных улучшений. Концепция является инструментом определения продукта в рамках бизнес-процесса «Производство и технологии» на ранних этапах инновационного проекта.

Мировой опыт управления наукоемкими проектами говорит о том, что эффективно применение специализированных систем оценки уровня готовности проекта. Во второй половине XX века в National Aeronautics and Space Administration (NASA) столкнулись с проблемой совместного применения нескольких технологических решений в одном космическом проекте. В 1970-х появилась первая версия системы оценки уровня готовности технологий (Technology Readiness Level, TRL). Система TRL состоит из 9 уровней [10, 11]. Министерство обороны США сталкивалось с трудностями в процессе масштабирования новых технологий. В начале XXI века была разработана система оценки уровня готовности технологий к производству (Manufacturing Readiness Level, MRL), которая состоит из 10 уровней и соотносится с уровнями системы TRL [12].

В России аналог системам TRL и MRL появился в 2017 году в виде ГОСТ 58048–2017 [13]. Анализ системы MRL показал, что наивысший, 10-й уровень, развития производственной системы характеризуется выполнением производственного плана и успешным внедрением практик Lean. Однако до этого момента практики Lean не упоминаются, требуется уточнение требований к уровням 1–9 системы MRL по вопросу внедрения Lean.

Разработку и внедрение концепции производства предлагается вести по схеме эволюционного развития: на первых гейтах программы определить принципиальные технические, технологические и организационные решения, а затем последовательно уточнять модель организации производственного процесса так, чтобы к началу изготовления первого опытного образца (гейт 5) была возможность начать отрабатывать предлагаемые решения (рис. 1).

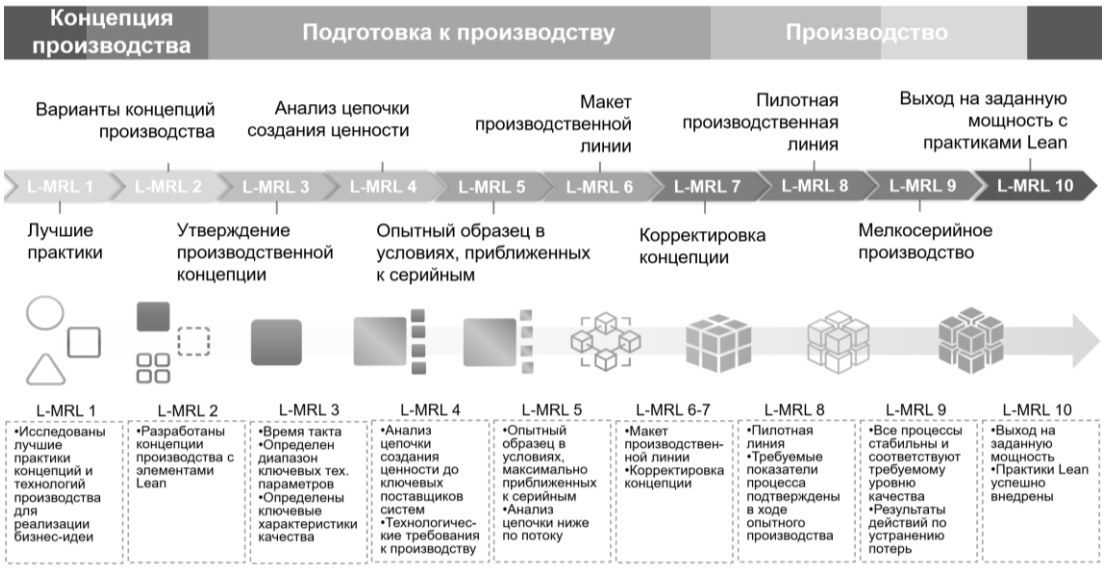


Рис. 1. Эволюционный подход к развитию концепции производства: Lean-MRL

За основу взята система MRL, каждый уровень предлагается дополнить цепочкой взаимосвязанных задач по внедрению Lean. Статья [14] содержит в себе мысли, которые также были использованы при разработке подхода.

Гейты синхронизируются с уровнями технологической и производственной готовности изделия (рис. 2). Если в состав готового продукта входят элементы на базе новых технологий, то отслеживается технологическая и производственная готовность элементов [15].

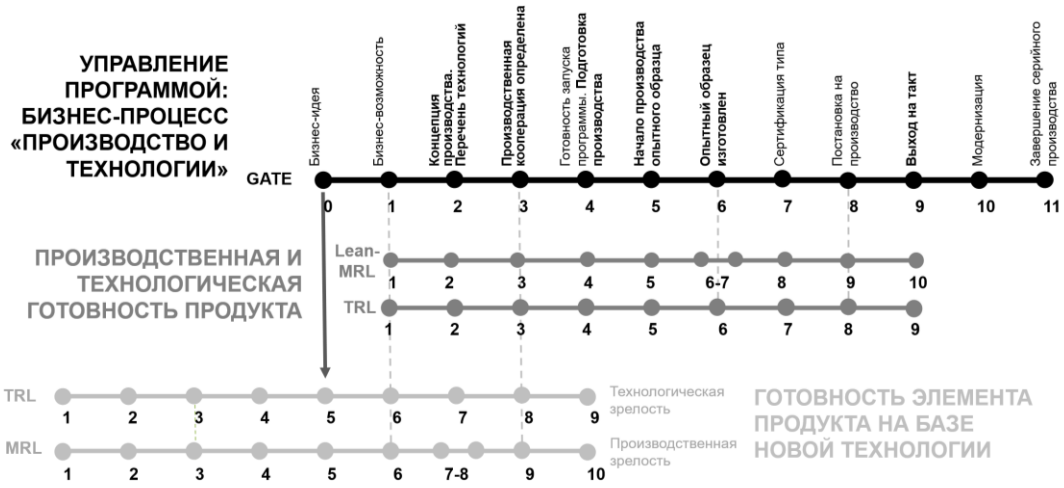


Рис. 2. Синхронизация этапов Stage-gate и уровней Lean-MRL и TRL

Способ реализации инновационного проекта отображен на рис. 3.

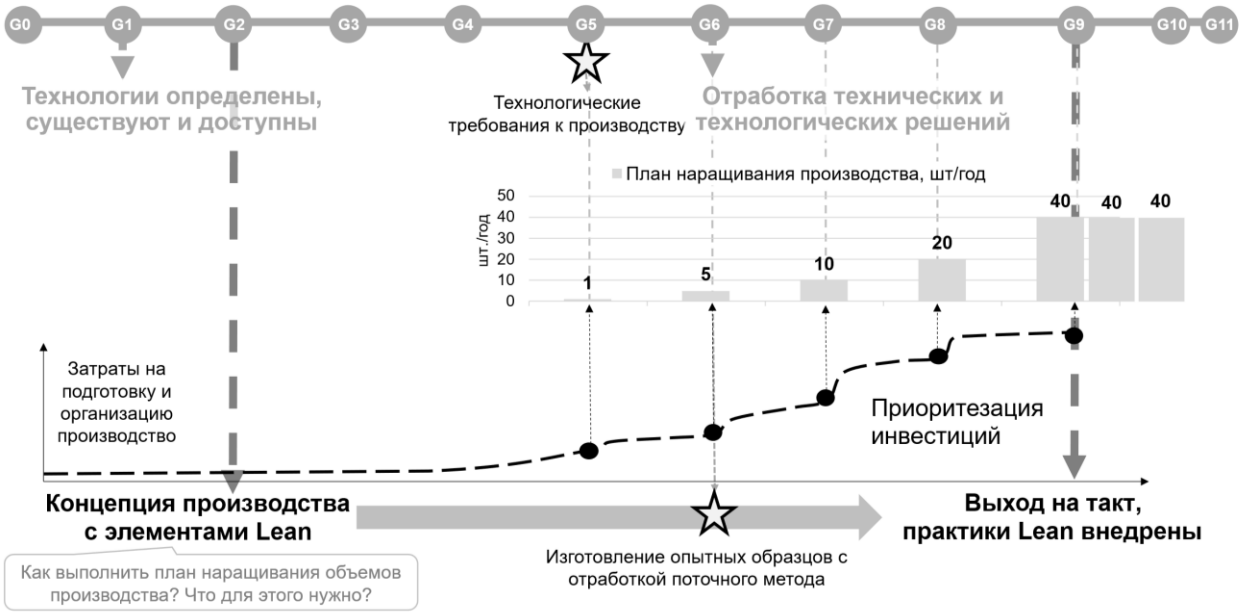


Рис.3. Схема организации работ по бизнес-процессу «Производство и технологии» в инновационном проекте

На гейте 9 осуществляется выход на заданную мощность. Для этого на гейте 2 на основании данных об объемах выпуска разрабатывается концепция производства. К гейту 5 формируются технологические требования к производству, на гейте 6 начинается отработка поточного метода в ходе изготовления опытных образцов. К гейту 4 определяются требуемые затраты на подготовку производства и осуществляется приоритизация инвестиций для гейтов 5–9 с оценкой влияния на производительность.

Вывод

Таким образом, требования к прохождению гейтов в рамках бизнес-процесса «Производство и технологии» в предлагаемом способе реализации инновационного проекта формируются на основе требований стандарта ПАО «ОАК», системы TRL и системы Lean-MRL. Предлагается разрабатывать концепцию производства и эволюционно развивать ее.

Концепция отвечает на вопрос: «Как будет обеспечен план выпуска?» и призвана проработать возможные сценарии развития проекта в аспекте производства с учетом существующих ограничений.

Заключение

Реализация инновационных проектов аэрокосмической отрасли характеризуется длительным этапом НИОКР и сложной коммерциализацией нового продукта. От этапа разработки до запуска серийного производства проходят годы, важно проводить исследования не только по вопросам конструктивных и технологических решений, что, безусловно, важно, но вместе с этим как можно раньше начать проработку всех аспектов бизнес-модели продукта для его успешной коммерциализации.

Предложенный способ организации работы по бизнес-процессу «Производство и технологии» фактически отражает идеальный случай реализации одного инновационного проекта. В дальнейшем планируется разработка модели реализации нескольких проектов так, чтобы производство было равномерно загружено, работая без простоев.

Список литературы

1. Потанин В.В. Механизм устойчивого развития экосистемы промышленного предприятия как элемент обеспечения технологического суверенитета // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». 2023. Т. 17. № 4. С. 143–151. DOI: 10.14529/em230413.
2. Черноусов Д.А. Технологический суверенитет как стратегический приоритет развития России: анализ и перспективы // Вопросы инновационной экономики. 2025. Т. 15. № 1. С. 39–56. ISSN 2222-0372.
3. Никулин М. В. Система инновационного технологического развития российских промышленных предприятий в современных условиях // Экономика. Право. Инновации. 2024. № 2. С. 38–49. http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2024-2-38-49.
4. Барсуков А.П. Современные подходы к инновационным бизнес-моделям: от технологических решений к устойчивой конкурентоспособности и жизнестойкости бизнеса // Экономика и бизнес: теория и практика. 2025. № 7 (125). С. 18–22. DOI: 10.24412/2411-0450-2025-7-18-22.
5. Парфенов Д. К. Проблемы рынка высокотехнологичной продукции Российской Федерации // Индустриальная экономика. 2025. № 2. С. 177–185. DOI: 10.47576/2949-1886.2025.2.2.024.
6. Стандарт ОАО «ОАК». Порядок управления авиационными программами ОАО «ОАК». Общие принципы, Москва, 2008. 89 с.
7. Дубицкая Е. А., Цуканова О. А. Методические рекомендации по управлению инновационными проектами в высокотехнологичных отраслях // Фундаментальные исследования. 2019. № 1. С. 21–25. ISSN 1812-7339.
8. Петров М. Н., Петрова В. М. Научно-практические концепции управления инновационными проектами, применяемые в наукоемком машиностроении, гражданском и промышленном строительстве и архитектуре // Мировая наука. 2022. № 7. С. 32–37. DOI: 10.46566/2541-9285_2022_64_32.
9. Smolnik T., Bergmann The structuring and managing the new product development process – review on the evolution of the Stage-Gate process // Journal of Business Chemistry. 2020. № 1. P. 41–57. DOI: 10.17879/22139478907.
10. Лобков К. Ю. Комплексная оценка уровней готовности инновационного проекта на высокотехнологичных производственных предприятиях // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: материалы 7-й междунар. науч.-прак. конф. Красноярск. 2021. Т. 3. С. 119–121.
11. Technology Readiness Levels Handbook for Space Applications // URL: https://connectivity.esa.int/sites/default/files/TRL_Handbook.pdf (дата обращения: 23.09.2025).
12. DoD Manufacturing Readiness Level: official site // URL: https://www.dodmrl.org/ (дата обращения: 23.09.2025).
13. ГОСТ Р 58048–2017. Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий. Введ. 2017-12-29. М.: Стандартинформ, 2018. 42 с.
14. Tang V., Otto, K.N. Multifunctional Enterprise Readiness: Beyond the Policy of Build-Test-Fix Cyclic Rework // Conference: ASME 2009 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, California USA. 2009. DOI: 10.1115/DETC2009-87721.
15. Ковков Д.В., Ерошкин С.Ю. Инструменты и технологии управления разработкой наукоемких проектов // Компетентность. 2024. № 3. С. 24–31. DOI: 10.24412/1993-8780-2024-3-24-31.

References

1. Potanin V.V. Mekhanizm ustoychivigi razvitiya ekosistemy promyshlennogo predpriyatiya kak element obespecheniya tekhnologicheskogo severeniteta [The sustainable development of a metallurgical enterprise as an element of technological sovereignty]. Vestnik YUrGU. Seriya «Ekonomika i menedzhment». 2023, vol. 15, no. 4, pp. 143–151 DOI: 10.14529/em230413.

2. Chernousov D.A. Tekhnologicheskiy suverenitet kak strategicheskiy prioritet razvitiya Rossii: analiz i perspektivy [Technological sovereignty as a strategic priority of Russia's development: analysis and prospects]. Voprosy innovatsionnoy ekonomiki. 2025, vol. 15, no. 1, pp. 39–56. ISSN 2222-0372.
3. Nikulin M.V. Sistema innovatsionnogo tekhnologicheskogo razvitiya rossiyskikh promyshlennykh predpriyatiy v sovremennykh usloviyakh [System of innovative technological development of russian industrial enterprises in modern conditions]. Ekonomika. Pravo. Innovatsii. 2024, no. 2, pp. 38–49. http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2024-2-38-49.
4. Barsukov A.P. Sovremennyye podkhody k innovatsionnym biznes-modelyam: ot tekgnologicheskikh resheniy k ustoychovoy konkurentosposobnosti i zhiznestoykosti biznesa // Ekonomika i biznes: teoriya i praktika. 2025, no. 7 (125), pp. 18–22. DOI:10.24412/2411-0450-2025-7-18-22.
5. Parfenov D.K. Problemy rynka vysokotekhnologichnoy produktsii Rossiyskoy Federatsii [Problems of the high-tech products market in the Russian Federation]. Industrial’naya ekonomika. 2025, no. 2, pp. 177–185. DOI: 10.47576/2949-1886.2025.2.2.024.
6. Standart OAO «OAK». Poryadok upravleniya aviatsionnymi programmami OAO «OAK». Obshchie printsipy [Aviation Program Management Procedures. General Principles]. Moskva, 2008. 89 p.
7. Dubitskaya E. A., Tsukanova O. A. Metodicheskie rekomendatsii po upravleniyu innovatsionnymi proektami v vysokotekhnologichnykh otraslyakh [Methodical recommendations for the management of innovation project in the high-tech industries]. Fundamental’nye issledovaniya. 2019, no. 1, pp. 21–25. ISSN 1812-7339.
8. Petrov M. N., Petrov V. M. Nauchno-prakticheskie kontseptsii upravleniya innovatsionnymi proektami, primenyaemye v naukoemkom mashinostrienii, grazhdanskom i promyshlennom stroitel’stve i arkhitekture [Scientific and practical consepts of managing innovative projects used in high technology engineering, civil and industrial construction and architecture]. Mirovaya nauka. 2022, no. 7, pp. 32–37. DOI: 10.46566/2541-9285_2022_64_32.
9. Smolnik T., Bergmann The structuring and managing the new product development process – review on the evolution of the Stage-Gate process // Journal of Business Chemistry. 2020. № 1. P. 41–57. DOI: 10.17879/22139478907.
10. Lobkov K. Yu. Kompleksnaya otsenka urovney gotovnosti innovatsionnogo proekta na vysokotekhnologichnykh proizvodstvennykh predpriyatiyakh [Comprehensive assessment of the readiness levels of an innovative project at high-tech manufacturing enterprises]. Aktual’nye problem aviatsii i kosmonavtiki: materialy 7-oy mezhdunar. nauch.-prak, konf., Krasnoyarsk. 2021, vol. 3, pp. 119–121.
11. Technology Readiness Levels Handbook for Space Applications, available at: URL: https://connectivity.esa.int/sites/default/files/TRL_Handbook.pdf.
12. DoD Manufacturing Readiness Level: official site, available at: URL: https://www.dodmrl.org/
13. GOST R 58048–2017. Transfer tekhnologiy. Metodicheskie ukazaniya po otsenke urivnya zrelosti technologiy [Technology transfer. Technology maturity assessment methodology guide]. Vved. 2017-12-29. M.: Standartbyform, 2018. 42 p.
14. Tang V., Otto, K.N. Multifunctional Enterprise Readiness: Beyond the Policy of Build-Test-Fix Cyclic Rework // Conference: ASME 2009 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, California USA. 2009. DOI: 10.1115/DETC2009-87721.
15. Kovkov D. V., Erochkin S. Yu. Instrumenty i technologii upravleniya razrabotkoy naukoemkikh proektov [Instruments & Technologies for Managing the Development of High-Tech Projects]. Kompetentnost’. 2024. No. 3. P. 24–31. DOI: 10.24412/1993-8780-2024-3-24-31.

Для цитирования
Сафонова О.М., Власова Е.Д. Управление рисками как инструмент устойчивого развития машиностроительного предприятия / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 457–462.

УДК 65.011.56

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ КАК ИНСТРУМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Сафонова О.М., *канд- техн. наук, ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», Россия, Иркутск*
Власова Е.Д., *магистрант 2 курса Института высоких технологий, ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», Россия, г. Иркутск*

В статье исследуется система управления рисками в машиностроительной отрасли, которая определяет устойчивое развитие промышленных предприятий. Особенность качественной классификации рисков машиностроительного предприятия заключается в последующей количественной оценке степени наступления рискового события и интеграции риск-менеджмента в систему стратегического управления машиностроительным предприятием. Результаты исследования могут быть использованы при стратегическом планировании на предприятиях.

Ключевые слова: управление рисками, мониторинг, эффективность, матрица рисков, устойчивое развитие, машиностроительные предприятия.

RISK MANAGEMENT AS A TOOL FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE

Safonova O.M., *Candidate of Technical Sciences, IRNTU, Irkutsk, Russia*
Vlasova E.D., *2nd year Master's student at the Institute of High Technologies, IRNTU, Irkutsk, Russia*

The article examines the risk management system in the engineering industry, which determines the sustainable development of industrial enterprises. The peculiarity of the qualitative classification of risks of a machine-building enterprise is the subsequent quantitative assessment of the degree of occurrence of a risk event and the integration of risk management into the strategic management system of a machine-building enterprise. The research results can be used in strategic planning at enterprises.

Keywords: risk management, monitoring, efficiency, risk matrix, sustainable development, mechanical engineering enterprises.

Машиностроительная отрасль в условиях нарастающей изменчивости рынков, современных технологических трансформаций и геополитической обстановки сталкивается с множеством рисков (технологические, рыночные, операционные и др.). Их игнорирование может привести к значительным финансовым потерям, авариям и снижению конкурентоспособности предприятия. Традиционные системы управления, ориентированные на устранение последствий неблагоприятных рисковых событий, не всегда эффективны. В связи с этим актуальна разработка новых инструментов обеспечения устойчивого развития предприятий, где центральное место занимает система управления рисками.

Устойчивое развитие машиностроительного предприятия понимается, как способность сохранять и наращивать экономический, технологический и кадровый потенциал в долгосрочной перспективе, адаптируясь к изменениям внешней и внутренней среды [11]. Устойчивое развитие предполагает системное выявление, оценку и минимизацию возможных рисков.

На возникновение рисков в производственной среде промышленного предприятия оказывают влияние две основные группы факторов, которые рассматриваются в большинстве методов управления рисками. Эти группы включают факторы внешней и внутренней среды [4]. К внешней среде относится окружение компании, включающее политическую, экономическую, социальную и технологическую институциональную среду. Факторы внутренней среды охватывают технологические характеристики производства, такие как технические параметры оборудования, его производительность и физические эксплуатационные свойства, а также уровень кадрового обеспечения и другие показатели. К отдельным элементам внутренней среды можно отнести информационную безопасность производственной системы, которая подразумевает обеспечение устойчивого и стабильного функционирования при защите интеллектуальной собственности компании, включая внутренние базы данных, исключительные права на результаты интеллектуальной деятельности и производственные секреты [10]. Проанализировав возможные рисковые события, которые наиболее губительны для бесперебойного и перспективного функционирования машиностроительного предприятия, мы классифицировали риски машиностроительного предприятия (таблица).

Классификация рисков машиностроительного предприятия

Группа рисков	Виды рисков	Влияние на устойчивое развитие
Производственно-технологические	Риск нарушения технологических процессов Риск оборудования Риск качества продукции Риск нарушения сроков производства	Прямое влияние на операционную деятельность и репутацию предприятия
Экономические	Риск ликвидности Кредитный риск Валютный риск Риск неплатежеспособности	Угроза финансовой стабильности
Рыночные	Риск изменения конъюнктуры Риск потери конкурентных преимуществ Риск недобросовестной конкуренции	Влияние на долю рынка и рентабельность
Кадровые	Риск потери ключевых специалистов Риск дефицита квалификации Риск социальной напряженности	Угроза интеллектуальному потенциалу
Регуляторные	Риск изменения законодательства Риск ужесточения экологических требований Риск санкционных ограничений	Внешние ограничения деятельности

Приведенная нами классификация обеспечивает комплексный охват потенциальных угроз деятельности машиностроительного предприятия. Выявление потенциальных угроз создает условия для разработки эффективных мер по их минимизации и управлению рисками. В долгосрочной перспективе принятые меры способствуют устойчивому развитию предприятия.

После качественной классификации возможных рисков необходимо количественно оценить степень наступления того или иного рискового события. Для количественной оценки уровня рисков предложена следующая формула расчета интегрального показателя риска:

$$R = \Sigma(Wi \times Pi \times Si), \quad (1)$$

где:

R – интегральный показатель уровня риска;

Wi – весовой коэффициент i-го риска;

Pi – вероятность наступления i-го риска;

Si – потенциальный ущерб от реализации i-го риска.

Предложенная методика включает следующие этапы расчета:

1. Определение весовых коэффициентов, то есть присвоение числового значения, отражающего относительную важность каждого параметра в сравнении с другими. Этот процесс используется для количественной оценки влияния различных элементов на риск. Для определения весовых коэффициентов существуют различные методы определения, оптимальный – метод парных сравнений с привлечением экспертов, где сумма всех весовых коэффициентов риска будет равна 1.

2. Оценка вероятности наступления рисков посредством статистических данных предприятия или общей отраслевой статистики. Этот подход основан на анализе прошлых потерь и прибылей предприятия. Важно использовать такие показатели, как среднее ожидаемое значение и стандартное отклонение.

3. Оценка потенциального ущерба предприятия выражается в денежном эквиваленте или балльной оценкой по 10-балльной шкале. Часто применяется матричный метод, где уровень риска рассчитывается путем умножения баллов вероятности наступления события на баллы тяжести последствий. В других случаях используется денежный эквивалент для количественного выражения риска, например при оценке производственных рисков или при оценке рисков в страховании [2, 8].

Далее перейдем к алгоритму интеграции риск-менеджмента в систему стратегического управления машиностроительным предприятием [1].

1-й этап. Идентификация рисков. Этап характеризуется формированием рисков (табл.) на основе определенной классификации. Также, на данной стадии возможны экспертные интервью с руководителями подразделений для более детальной классификации рисков. Использование SWOT-анализа [9] также уточнит распределение рисков. Результатом работы является сформированный реестр рисков предприятия, где риски сгруппированы по категориям.

2-й этап. Количественная оценка рисков (формула 1). Данная стадия необходима для принятия обоснованных управленческих решений, превращения рисков в измеримые величины, а также для сравнения и приоритизации рисков. Уровень риска определяется в конкретных показателях (например, деньги или время), рассчитывается вероятность и возможный ущерб от наступления риска.

3-й этап. Разработка риск-профиля. Представляет собой процесс оценки склонности предприятия к тому или иному риску. Здесь устанавливаются индикаторы риска, оценка их уровня и составление самого профиля. Самым распространенным методом качественной оценки рисков является матрица оценки рисков (МОР). Матрица оценки рисков представляет собой прямоугольную таблицу, в заголовке которой по вертикали указана шкала воздействия риска на установленные цели, а по горизонтали – шкала вероятности реализации риска [3,6]. Размерность матрицы и выбор критериев вероятности и последствий зависит от характера рисков [11]. Размерность матрицы и выбор критериев вероятности и последствий зависят от характера рисков. В качестве примера для построения МОР были взяты риски машиностроительного предприятия АО «Промтех-Иркутск». На основе данной оценки осуществляется ранжирование рисков по значению интегрального показателя R с выделением 3 зон критичности:

– красная зона ($R > 0,5$) – требуется немедленное вмешательство;

– желтая зона ($0,2 < R \leq 0,5$) – необходим постоянный мониторинг;

– зеленая зона ($R \leq 0,2$) – приемлемый уровень риска.

Для совершенствования экспертной оценки рисков на предприятии АО «Промтех-Иркутск» нами был введен критерий «Финансы» для построения МОР. Полный список критериев определяется собственными регламентами предприятий.

На первом этапе построения МОР оценивается вероятность реализации риска. Затем оценивается уровень данного риска, который определяется с помощью пересечения по шкале вероятностей и шкале последствий [7].

На рассматриваемом машиностроительном предприятии в результате проведенной оценки каждому риску мы присвоили один из уровней (от 1 до 5), где наиболее критичным является уровень 1, который требует немедленной остановки производства и разработки плана мероприятий по понижению риска до уровня 2 или выше. Риски уровня 2 требуют разработки мероприятий и быстрого снижения их до уровня 3, которые также требуют митигирующих мероприятий. Приемлемыми уровнями риска считаются уровень 4 (зеленая зона) и 5 (светло-зеленая зона). Малозначительные риски уровня 5 не требуют разработки плана мероприятий [11].

По итогам составленной МОР на АО «Промтех-Иркутск», видно, что риски были проранжированы согласно представленной матрице оценки рисков и выставлены соответствующие уровни рисков, от вышесреднего до катастрофического (см. рис.).

ТЯЖЕСТЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ	Категории		ВЕРОЯТНОСТЬ: Очень низкая (от 1-7 %)	Низкая (от 7-20%)	Средняя (от 20-45%)	Выше среднего (от 45%-65%)	Высокая (от 65%-85%)	Очень высокая (более 85%)
			A (0.1)	B (0.2)	C (0.4)	D (0.6)	E (0.8)	F (0.9)
	6. Катастрофический (потери более 10 000 млн.руб)	1	Выше среднего (0,1)	Выше среднего (0,2)	Высокий (0,4)	Катастрофичный (0,6)	Катастрофичный (0,8)	Катастрофичный (0,9)
	5. Критический (потери от 5000 до 10 000 млн. руб.)	0.8	Средний (0,08)	Выше среднего (0,16)	Высокий (0,32)	Высокий (0,48)	Высокий (0,64)	Высокий (0,72)
	4. Серьезный (потери от 500 до 5000 млн. руб.)	0.4	Средний (0,04)	Средний (0,08)	Выше среднего (0,16)	Высокий (0,24)	Высокий (0,32)	Высокий (0,36)
	3. Умеренный (потери от 100 до 500 млн. руб.)	0.2	Ниже среднего (0,02)	Средний (0,04)	Средний (0,08)	Выше среднего (0,12)	Выше среднего (0,16)	Выше среднего (0,16)
	2. Малое воздействие (потери от 5 до 100 млн. руб.)	0.1	Ниже среднего (0,01)	Ниже среднего (0,02)	Средний (0,04)	Средний (0,06)	Выше среднего (0,08)	Выше среднего (0,09)
	1. Незначительное воздействие (потери менее 5 млн. руб.)	0.05	Ниже среднего (0,005)	Ниже среднего (0,01)	Ниже среднего (0,02)	Средний (0,03)	Средний (0,04)	Средний (0,045)
	0. Воздействия нет	0	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий

Пример матрицы оценки рисков АО «Промтех-Иркутск»

Результат этапа – матрица рисков, визуализирующая приоритеты управления.

4-й этап. Планирование мероприятий. Составив на предыдущем этапе матрицу рисков, для рисков красной и желтой зон разрабатываются следующие мероприятия:

– предупредительные меры, направленные на снижение вероятности реализации риска;

– компенсирующие меры, уменьшающие потенциальный ущерб влияния риска;

– меры передачи риска (страхование, аутсорсинг и т.д.);

– планы действий при наступлении рискового события.

5-й этап. Реализация и мониторинг [5]. Этап включает реализацию всех разработанных мероприятий, а именно:

– назначение ответственных за каждый риск;

– разработку регламентов управления рисками;

– создание системы ключевых показателей эффективности (KPI);

– ежеквартальный мониторинг выполнения мероприятий.

Инструментами контроля могут выступать отчеты по заданным отклонениям, оперативные совещания с руководителями отделов.

6-й этап. Анализ и корректировка. Заключительный алгоритм предусматривает следующие действия:

– ежегодный пересмотр реестра рисков;

– анализ эффективности реализованных мероприятий;

– корректировку весовых коэффициентов и методов оценки;

– актуализацию риск-профиля предприятия.

Особенностями представленного алгоритма управления рисками является его цикличность, обеспечивающая непрерывность процесса, а также его интеграция со стратегическим планированием предприятия. Помимо этого, алгоритм характеризуется адаптивностью применения, то есть возможностью корректировки под изменяющиеся условия внешней и внутренней среды, и имеет сквозной характер, охватывая все уровни управления предприятием.

Список литературы

1. Бартон Т.Л., Шенкир У.Г., Уокер П.Л. Комплексный подход к риск-менеджменту. М.: Вильямс, 2020. 28 с.
2. ГОСТ Р 58771–2019 Менеджмент риска. Технологии оценки риска. М.: Стандартинформ, 2020. 55 с.
3. ГОСТ Р ИСО 9001–2015 Системы менеджмента качества. Требования. М.: Стандартинформ, 2015. 66 с.
4. Гримашевич О.Н. Методы управления рисками промышленных предприятий // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2021. № 1 (40). С. 70–72.
5. Данов А.А. Риск-мониторинг системы менеджмента качества организации / А.А. Данов; под общ. ред. проф. Т.Н. Толстых; Федеральное агентство по образованию, ГОУВПО «Тамб. гос. ун-т им. Г.Р. Державина». Тамбов: Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2019. 105 с.
6. Методические рекомендации по оценке рисков при проведении стратегического аудита и аудита эффективности. – М.: Контур, 2021. 28 с.
7. Орлова О. Ю. Признаки классификации рисков в системе менеджмента качества организации // Эффективные системы менеджмента: качество, инновации, устойчивое развитие: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. форума. – Казань, 2017. С. 2–3.
8. Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926 «Об утверждении методики проведения специальной оценки условий труда».
9. Токарев В.А. Стратегическая экспресс-диагностика. Кн. 4 – SWOT-анализ. – Екатеринбург: Издательские решения, 2016. 84 с.
10. Финагенова Ю.Ю., Домащенко Д.В. Современные подходы к корпоративному риск-менеджменту: методы и инструменты. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. 304 с.
11. Сафонова О.М. Совершенствование методов риск-менеджмента промышленных предприятий на основе интеграции инструментов мониторинга факторов риска: дис. канд. техн. наук: 2.5.22. – ФГБОУ ВО ИРНИТУ, Иркутск, 2025. – 161 с.

References

1. Barton T.L., Shankir U.G., Walker P.L. An integrated approach to risk management. Moscow: Williams, 2020. 28 p
2. GOST R 58771-2019 Risk management. Risk assessment technologies. Moscow: Standartinform, 2020. 55 p.
3. GOST R ISO 9001-2015 Quality management systems. Requirements. Moscow: Standartinform, 2015. 66 p.
4. Grimashevich O.N. Methods of risk management of industrial enterprises // Bulletin of the Saratov State Socio-Economic University. 2021. No. 1 (40). pp. 70–72.
5. Danov A.A. Risk monitoring of the organization's quality management system / A.A. Danov; under the general editorship of prof. T.N. Tolstykh; Federal Agency for Education, State Educational Educational Institution named after G.R. Derzhavin Tambov State University. Tambov: Publishing House of TSU named after G.R. Derzhavin, 2019. 105 p.
6. Methodological recommendations on risk assessment during strategic audit and performance audit. Moscow: Kontur, 2021. 28 p.
7. Orlova O. Y. Signs of risk classification in the quality management system of an organization // Effective management systems: quality, innovation, sustainable development: collection of materials of the VI International Scientific and Practical Conference. the forum. Kazan, 2017. pp. 2–3.
8. Order of the Ministry of Labor of the Russian Federation dated 12/28/2021 No. 926 «On approval of the methodology for conducting a special assessment of working conditions».

9. Tokarev V.A. Strategic express diagnostics. Book 4 – SWOT analysis. Yekaterinburg: Publishing Solutions, 2016. 84 p.
10. Finagenova Yu.Y., Domashchenko D.V. Modern approaches to corporate risk management: methods and tools. Moscow: SIC INFRA-M, 2016. 304 p.
11. Safonova O.M. Improving risk management methods for industrial enterprises based on the integration of risk factor monitoring tools: dis. cand. tech. sciences: 2.5.22. – FGBOU VO Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, 2025. – 161 p.

Для цитирования
Татарникова Л.И., Пухарева О.В., Щеголихина М.Ю. Совершенствование процессов производства медицинских изделий на основе концепции бережливого производства и принципов устойчивого развития / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 463–468.

УДК 658.51

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Татарникова Л.И., *канд. физ.-мат. наук, доцент, ФГБОУ «ИРНИТУ», Россия, Иркутск*
Пухарева О.В., *заместитель исполнительного директора, ООО «МедТехСервис», Россия, Иркутск*
Щеголихина М.Ю., *магистрант, ФГБОУ «ИРНИТУ», Россия, Иркутск*

Рост конкуренции и ужесточение требований к качеству медицинских изделий требуют новых подходов к производству. В статье рассматриваются возможности интеграции принципов бережливого производства и устойчивого развития в производственную деятельность предприятий отрасли. Такие подходы позволяют минимизировать потери, оптимизировать использование ресурсов и повысить эффективность процессов. Анализируется опыт российских предприятий, успешно применяющих эти подходы для усиления конкурентоспособности на международном рынке.

Ключевые слова: медицинские изделия, устойчивое развитие, бережливое производство, система менеджмента качества, производственные процессы.

IMPROVEMENT OF MEDICAL DEVICE MANUFACTURING PROCESSES BASED ON THE CONCEPT OF LEAN MANUFACTURING AND THE PRINCIPLES OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Tatarnikova L. I., *PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Irkutsk National Research Technical University (IRNITU), Irkutsk, Russia*
Pukhareva O. V., *Deputy Executive Director, LLC MedTechService, Irkutsk, Russia*
Shchegolikhina M. Yu., *Master's Student, Irkutsk National Research Technical University (IRNITU), Irkutsk, Russia*

Increasing competition and stricter requirements for the quality of medical products require new approaches to production. The article discusses the possibilities of integrating the principles of lean manufacturing and sustainable development into the production activities of industry enterprises. Such approaches make it possible to minimize losses, optimize the use of resources and increase the efficiency of processes. The article analyzes the experience of Russian enterprises that successfully apply these approaches to enhance competitiveness in the international market.

Keywords: medical products, sustainable development, lean manufacturing, quality management system, production processes.

Производство медицинских изделий имеет ряд специфических особенностей, отличающих его от других отраслей промышленности. В первую очередь это критическая важность надежности и безопасности продукции. Любая ошибка в конструкции, сборке или программном обеспечении медицинского изделия может напрямую повлиять на здоровье и жизнь пациента, что делает контроль качества и точность всех производственных операций первоочередной задачей для предприятия.

Высокая ответственность за результаты работы проявляется и в строгих регуляторных требованиях на медицинские изделия стандарта ГОСТ ISO 13485–2017. Эти требования должны выполняться в рамках действующей системы менеджмента качества и устанавливают обязательные процедуры верификации и валидации, контроль критических параметров и документирование каждого этапа производства [2]. Несоблюдение этих требований может привести не только к юридическим последствиям, но и к репутационным и финансовым потерям, поскольку рынок медицинских изделий крайне чувствителен к случаям дефектной продукции.

Особенно важно учитывать высокую стоимость ошибок. В отличие от массового потребления стандартных товаров дефектное медицинское изделие способно вызвать серьезные последствия для пациентов, а также привести к отзыву партий продукции, штрафам и судебным разбирательствам. Это делает экономически оправданным внедрение системного подхода к управлению качеством, применение инструментов бережливого производства и методов предотвращения дефектов на ранних стадиях.

Таким образом, производство медицинских изделий требует максимальной концентрации на надежности, безопасности и управлении рисками. Только комплексный подход к контролю качества и оптимизации процессов позволяет снизить вероятность ошибок, сократить издержки, связанные с браком и рекламациями, и обеспечить высокую удовлетворенность потребителей, одновременно соблюдая требования международных стандартов.

Бережливое производство представляет собой современную философию управления, направленную на то, чтобы потребитель получил максимально ценную для него продукцию или услугу при одновременном сокращении на предприятии всех видов потерь [1]. Концепция бережливого производства, основанная на принципах бережливого производства, охватывает не только технические аспекты оптимизации процессов, но и формирует культуру непрерывного совершенствования, вовлеченности персонала и ориентации на клиента [4]. Центральной идеей является создание потока ценности, в котором каждая операция добавляет продукту или услуге ценность с точки зрения конечного потребителя, при этом ресурсы (время, материалы, труд) используются максимально эффективно.

Для практической реализации данной философии применяется ряд проверенных инструментов. К их числу относятся: система организации чистоты и порядка на рабочем месте 5S, картирование потока создания ценности текущего и будущего состояний, система вытягивания с помощью карточек канбан, стандартизированная работа, сокращение времени переналадки оборудования, визуальное управление, а также методика "5 Почему" для выявления коренных причин проблем. В условиях производства медицинских изделий применение этих инструментов приобретает особую значимость: они способствуют снижению вариативности технологических процессов, сокращению времени выполнения операций, повышению повторяемости и надежности продукции. Это, в свою очередь, создает необходимые предпосылки для выполнения требований стандарта ГОСТ ISO 13485–2017, а также устойчивого развития производственной системы.

Применение инструментов бережливого производства в сфере производства медицинских изделий является важным направлением совершенствования деятельности предприятий отрасли. В условиях высокой конкуренции и ужесточения требований к качеству медицинской продукции особое значение приобретает оптимизация производственных процессов, направленная на устранение всех видов потерь, таких как избыточные запасы, простои оборудования, перепроизводство, дефекты и лишние перемещения. Использование методов картирования потока создания ценности, системы 5S, а также разработка и внедрение стандартных операционных процедур обеспечивают упорядоченность процессов, сокращают вариативность действий персонала и способствуют минимизации ошибок. В результате формируется устойчивая база для стабильного качества продукции и сокращения времени производственного цикла.

Отметим, что неотъемлемым элементом развития бережливого производства в медицинской промышленности является цифровизация. Внедрение современных MES-систем, технологий промышленного интернета вещей и систем мониторинга качества в реальном времени обеспечивает полную прозрачность процессов и их оперативный контроль. Такие инструменты позволяют отслеживать выполнение производственных операций, управлять ресурсами, выявлять узкие места, прогнозировать отказы оборудования и оптимизировать графики технического обслуживания. Так, цифровые решения усиливают потенциал Lean-практик и делают их применение более устойчивым, что особенно важно становится в условиях жесткой регламентации медицинского производства.

Вместе с тем результатом внедрения бережливых технологий становятся сокращение издержек и повышение производительности, проявляющиеся через оптимизацию материальных потоков, сокращение времени переналадки оборудования, через использование методов канбан и кайдзен. Все перечисленное позволяет значительно снижаь себестоимость изделий, и что особенно важно, без ущерба для их качества и надежности. Важно сказать, что для отечественных предприятий такие подходы открывают возможность не только повышения конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках, но и расширения экспортного потенциала.

Необходимо отметить, что особое значение бережливые практики имеют для обеспечения качества продукции и соответствия международным стандартам, так как их применение напрямую связано с реализацией требований международных стандартов. Стандартизация процессов, методы визуального контроля, система постоянного улучшения позволяют снизить вероятность возникновения дефектов и обеспечивают готовность предприятий к инспекционным проверкам. В конечном счете интеграция Lean-подходов способствует формированию устойчивой системы менеджмента качества, ориентированной на повышение доверия со стороны потребителей и регуляторов, а также на долгосрочное развитие медицинских производителей.

Концепция устойчивого развития представляет собой стратегию гармоничного сочетания экономического роста, экологической безопасности и социального благополучия. В основе данного подхода лежит необходимость удовлетворения текущих потребностей без ущерба для возможностей будущих поколений. Для предприятий медицинской промышленности устойчивое развитие приобретает особое значение, так как медицинские изделия напрямую связаны со здоровьем и безопасностью человека, а также с высоким уровнем требований к качеству, надежности и экологичности продукции [5].

Принципы устойчивого развития, провозглашенные в ряде международных стратегических документов, предполагают необходимость соблюдения баланса между тремя ключевыми составляющими: экономической, экологической и социальной. Такой подход, основанный на целостном восприятии производственно-хозяйственной деятельности, становится особенно актуальным в контексте современной медицинской промышленности, где эффективность должна сочетаться с ответственным отношением к окружающей среде и социальным обязательствам.

В условиях производства медицинских изделий реализация принципов устойчивого развития находит свое выражение в нескольких ключевых направлениях.

Во-первых, это рациональное и бережное использование природных и энергетических ресурсов, направленное на сокращение избыточного потребления и минимизацию отходов. На практике это означает внедрение технологий, способствующих снижению объемов выбрасываемых в окружающую среду вредных веществ, переход на более экологически чистые материалы и оптимизацию производственных процессов с точки зрения их ресурсоемкости.

Во-вторых, устойчивое развитие в данной отрасли связано с применением энергосберегающих технологий, что предполагает не только техническую модернизацию производственных мощностей, но и пересмотр организационных подходов к управлению энергопотреблением.

Третьим важнейшим аспектом является социальная ответственность, включающая создание безопасных и комфортных условий труда для работников, а также обеспечение прозрачности и открытости перед потребителями и обществом в целом. В данном контексте большое значение приобретает соответствие требованиям нормативных документов, регулирующих охрану труда, промышленную безопасность и этические стандарты взаимодействия с заинтересованными сторонами. Таким образом, ориентация на устойчивое развитие позволяет предприятию не только соответствовать международным требованиям, но и формировать высокий уровень доверия со стороны клиентов, контрагентов и регулирующих органов.

Таким образом, интеграция принципов бережливого производства и концепции устойчивого развития в деятельность предприятий по производству медицинских изделий формирует прочную основу для комплексного повышения качества выпускаемой продукции, эффективности управленческих и производственных процессов, а также уровня социальной и экологической ответственности бизнеса. Совмещение данных подходов не только обеспечивает сокращение всех видов производственных потерь, рациональное использование ресурсов и повышение производительности труда, но и способствует укреплению репутации предприятия как ответственного участника рынка, ориентированного на долгосрочное развитие.

В условиях современного рынка медицинской продукции, характеризующегося высокой степенью конкуренции и строгими нормативными требованиями, принципы устойчивого развития и бережливого производства становятся взаимодополняющими элементами единой стратегии [5]. Их совместное применение позволяет предприятиям достигать стратегического баланса между экономической эффективностью, качеством продукции, безопасностью пациентов и минимизацией негативного воздействия на окружающую среду. В результате формируется устойчиво функционирующая система управления, обеспечивающая не только повышение конкурентоспособности предприятия, но и его вклад в реализацию глобальных целей устойчивого развития и формирование современной культуры ответственного производства.

Вместе с тем теоретические положения концепции бережливого производства и устойчивого развития приобретают практическую ценность только в условиях их реальной апробации на отечественных предприятиях. Анализ опыта российских компаний в сфере медицинского приборостроения и оборудования позволяет выявить ключевые направления применения Lean-инструментов, а также оценить достигнутые ими результаты. Представленные ниже примеры демонстрируют, каким образом стандартизация процессов, внедрение цифровых технологий, системное сокращение издержек и повышение качества продукции отражаются на деятельности конкретных предприятий медицинской отрасли России.

ООО «МедТехСервис» (Иркутск). Предприятие специализируется на выпуске глюкометров и тест-полосок для контроля уровня глюкозы в крови. В 2024 году завод вошел в национальный проект «Производительность труда», что позволило запустить системное внедрение инструментов бережливого производства [3]. Основные направления работы связаны с оптимизацией производственных линий, сокращением времени переналадки оборудования, внедрением визуализации процессов и стандартизированной работы. С точки зрения устойчивого развития это позволит не только обеспечить доступность медицинских изделий для пациентов, но и сократить ресурсные потери.

«Здравмедтех» (Новосибирская область). Предприятие активно участвовало в региональной программе по повышению производительности и стало одним из примеров успешного внедрения Lean-подходов [6]. В результате применения инструментов 5S и картирования потоков создания ценности удалось сократить время прохождения отдельных производственных операций, уменьшить запасы незавершенного производства и повысить общий коэффициент загрузки оборудования.

Результаты внедрения бережливого производства на этих предприятиях представлены в таблице.

Основные достижения и результаты внедрения Lean-инструментов российских предприятий

Название предприятия	**Основные достижения и результаты внедрения Lean-инструментов**
ООО «МедТехСервис»	Внедрили такие инструменты, как 5S, картирование потоков создания ценности, стандартизацию рабочих операций, обучение персонала (повышение компетенций в методах бережливого производства); благодаря участию в федеральном проекте «Производительность труда» компания увеличила объем производства на 10%.
Здравмедтех-Сибирь	Увеличение выручки на 44% благодаря внедрению инструментов бережливого производства в рамках федерального проекта «Производительность труда».

Анализ практики российских предприятий медицинской отрасли, проведенный авторами, позволяет выделить несколько общих тенденций в применении инструментов бережливого производства. Во-первых, наибольшее распространение получили методы стандартизации операций, оптимизации производственных потоков и внедрения системы 5S, что позволяет сократить время изготовления продукции или оказания услуги, а также значительно снизить количество несоответствий. Во-вторых, ключевым направлением становится цифровизация управления – внедрение программного обеспечения, специально разработанного для повышения эффективности планирования и управления производством, автоматизированного мониторинга параметров качества продукции и процессов, что позволяет вовремя регулировать процессы, достигая соблюдения требований нормативной документации. В-третьих, результаты внедрения Lean-практик напрямую отражаются на экономической эффективности: предприятия демонстрируют рост производительности труда, сокращение издержек и повышение экспортного потенциала. Особенно показателен опыт компании «МедТехСервис» (Иркутск), где в рамках национального проекта «Производительность труда» удалось добиться увеличения выпуска продукции при одновременном улучшении качества. Компания продемонстрировала высокую готовность к внедрению современных управленческих практик, а также способность адаптироваться к требованиям конкурентной среды без ущерба для эффективности и надежности выпускаемой продукции. Вместе с тем опыт «МедТехСервис» является показателем высокой адаптивности отечественных производителей к современным вызовам. Приведенный пример подтверждает потенциал масштабного применения инструментов бережливого производства в сочетании с принципами устойчивого развития в медицинской промышленности России.

Несомненно, современные условия развития медицинской промышленности требуют комплексного подхода к совершенствованию производственных процессов через объединяющую концепцию бережливого производства и принципов устойчивого развития. Приведенная практика показывает, что системное внедрение Lean-инструментов – это процесс от устранения потерь и стандартизации операций до цифровизации управления и мониторинга качества, способствующий не только росту производительности и снижению издержек, но и формирующий устойчивую модели развития предприятий.

Опыт российских компаний подтверждает, что сочетание бережливых практик с принципами устойчивого развития позволяет одновременно решать задачи повышения конкурентоспособности, соответствия международным стандартам качества и укрепления доверия со стороны потребителей и регуляторов. Более того, реализация данных подходов обеспечивает вклад в достижение национальных целей, связанных с импортозамещением, цифровой трансформацией и ростом производительности труда.

Таким образом, бережливое производство в медицинской отрасли выступает не только как инструмент повышения эффективности, но и как стратегическая основа устойчивого развития предприятий. Комплексное применение Lean-технологий и экологически и социально ориентированных принципов устойчивости формирует базу для долгосрочного роста, инновационного развития и повышения качества медицинских изделий, что является важнейшим условием укрепления позиций России на глобальном рынке медицинских технологий.

Список литературы

1. Вумек, Дж. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Дж. Вумек, Д. Джонс. – М.: Альпина Паблишер, 2020. – 473 с.
2. ГОСТ ISO 13485–2017 Изделия медицинские. Системы менеджмента качества. Требования к регламентам для целей регулирования. – Введ. 2018-03-01. – М.: Стандартинформ, 2017. – 36 с.
3. Интерфакс-Россия. Иркутский «МедТехСервис» в 2024 году увеличит выпуск тест-полосок для диабетиков в 1,6 раза – власти. URL: https://www.interfax-russia.ru/siberia/news/irkutskiy-medtehservis-v-2024g-uvelichit-vypusk-test-polosok (дата обращения: 26.09.2025).
4. Лайкер, Дж. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира. – М.: Альпина Паблишер, 2011. – 402 с.
5. Лещенко И.В. Концепция устойчивого развития и ее отражение в промышленной политике. // Экономика и управление. – 2022. – № 3. – С. 45–52.
6. Новосибирская область. Практики повышения производительности труда: опыт предприятий. URL: https://novosibregion.ru (дата обращения: 26.09.2025).

References

1. Womack, J. P., Jones, D. T. Lean Thinking: How to Eliminate Waste and Create Wealth in Your Corporation. – Moscow: Alpina Publisher, 2020. – 473 p.
2. GOST ISO 13485–2017 Medical Devices. Quality Management Systems. Requirements for Regulatory Purposes. – Introduced 2018-03-01. – Moscow: Standartinform, 2017. – 36 p.
3. Interfax-Russia. Irkutsk “MedTechService” to Increase the Production of Diabetic Test Strips by 1.6 Times in 2024 – Authorities. Available at: https://www.interfax-russia.ru/siberia/news/irkutskiy-medtehservis-v-2024g-uvelichit-vypusk-test-polosok (accessed 26 September 2025).
4. Liker, J. K. The Toyota Way: 14 Management Principles from the World’s Greatest Manufacturer. – Moscow: Alpina Publisher, 2011. – 402 p.
5. Leshchenko, I. V. The Concept of Sustainable Development and Its Reflection in Industrial Policy. // Economics and Management, 2022, No. 3, pp. 45–52.
6. Novosibirsk Region. Practices for Improving Labor Productivity: Enterprise Experience. Available at: https://novosibregion.ru (accessed 26 September 2025).

Для цитирования:
Бурый А.С., Лопатин И.Н., Погодин И.М. Стандартизация данных и процессов в открытой информационной среде. Часть 1. Открытые данные / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 469–474.

УДК 004.91+004.031.42

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ДАННЫХ И ПРОЦЕССОВ В ОТКРЫТОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ. ЧАСТЬ 1. ОТКРЫТЫЕ ДАННЫЕ

Бурый А.С., *д-р техн. наук, ФГБУ «Институт стандартизации», Россия, г. Москва,*
Лопатин И.Н.*, аспирант ФГБУ «Институт стандартизации», Россия, г. Москва,*
Погодин И.М.*, аспирант ФГБУ «Институт стандартизации», Россия, г. Москва*

Целью исследования является концептуализация открытой информационной среды на основе интеграции функциональной и технологической стандартизации в контексте инновационного развития общества в парадигме цифровой трансформации. Разнотипность, масштабность и необходимость использования цифровых данных является причиной разработки требований к представлению данных, к их доступности, полноте, достоверности, открытости и другим факторам, отражающим как предметную область исследования, так и источники получения данных в информационной среде.

Ключевые слова: информационная система, метатехнология, искусственный интеллект, открытые системы, открытые данные, интероперабельность, стандартизация.

DATA AND PROCESSES STANDARDIZATION IN AN OPEN INFORMATION ENVIRONMENT. PART 1. OPEN DATA

Buryi A.S.*, Doctor of Science in Technology, Russian Standardization Institute, Moscow*
Lopatin I.N.*, graduate student, Russian Standardization Institute, Moscow*
Pogodin I.M.*, graduate student, Russian Standardization Institute, Moscow*

The aim of the research is to conceptualize an open information environment based on the integration of functional and technological standardization in the context of the innovative development of society in the paradigm of digital transformation. The diversity, scale, and necessity of using digital data is the reason for the development of requirements for data presentation, accessibility, completeness, reliability, openness, and other factors reflecting both the subject area of research and the sources of data in the information environment.

Keywords: information system, meta-technology, artificial intelligence, open system, open data, interoperability, standardization.

Введение

Сегодня технологии больше не являются просто платформами, они трансформируются в базис, на который опирается вся современная индустрия в широком смысле: вычислительная, коммуникационная, научная, образовательная и ряд других сфер деятельности (предметных областей, далее – ПрО), которые являются источниками разрабатываемых прорывных технологий[1], обеспечивающих технологический суверенитет государства.

Именно искусственный интеллект (ИИ) представляет собой метатехнологию, которая играет роль «универсального движка», проникая в различные отрасли производства. Однако при этом некоторым «побочным продуктом» выступает сложность интерпретации результатов, построения прогнозов, которые порой лежат за гранью сегодняшнего понимания и результатов, и возможностей интерпретации. Это требует определенной осторожности построения прогнозов, не соблюдение которой, делает их фактически недостоверными.

[1] Топ-10 цифровых технологий в России и мире. Сайт: https://issek.hse.ru/news/1000447295.html (дата обращения: 01.10.2025).

Технологии искусственного интеллекта – это метатехнологии NBICS-комплекса[2]. Именно в конвергенции указанных научных направлений при формировании междисциплинарных исследований открывается новое перспективное исследовательское поле [1]. Все НБИКС-технологии являются сверхнаукоемкими электронными науками, потому что в них интенсивно используются компьютерные методы обработки большого множества данных, требуется распределённое сетевое окружение, применяются методы совместного поиска решений [2].

Активное продвижение открытых систем в настоящее время представляется как основная тенденция в области информационных технологий. Результативность развития этого направления обеспечивается как научно-технической политикой, так и реализацией стандартов открытых систем (ОС) [3, 4]. Понятие *открытая система* тесно связано с понятием *открытые данные*. Оба понятия, как и многие другие концепции «открытости» (открытый код, открытый доступ, свободные лицензии), имеют множество практических областей применения как в общественной жизни, в научном обществе – область открытой науки [4], так и в экономической сфере [5].

За последние годы открытые данные превратились в одно из ключевых направлений обеспечения открытости государства, прозрачности корпораций и доступности результатов научных исследований для возможности их дальнейшего использования. Для реализации указанных направлений особенно актуальна подготовка нового поколения инженеров-системотехников, исследователей [6].

По прогнозам, к 2027 году до 60% мировых данных будут использоваться для управления предприятиями и почти 20% данных будут относиться к категории критически важных с точки зрения поддержки систем обеспечения жизнедеятельности человека. При этом более 25% всех создаваемых данных будет генерироваться в режиме реального времени.

Развитие мобильной связи, появление технологий 5G, развитие интернета вещей, внедрение систем машинного обучения – все это будет влиять на рост объема генерируемых данных, причем количество устройств, генерирующих потоки данных, растет с каждым годом, включая интернет-сервисы[3].

Огромный потенциал в развитии методов, моделей и алгоритмов в области всего жизненного цикла (ЖЦ) получаемых в информационных системах данных открывается за счет стандартизации процессов переработки данных в ходе их извлечения, представления, хранения, интеграции и других этапов ЖЦ. Это обеспечивается за счет требуемого уровня качества данных [7, 8], а также качества самих документов по стандартизации в формате метрик (полнота, безызбыточность, непротиворечивость, востребованность) [9].

Объединяющую технологию указанных направлений развития открытой информационной среды можно представить в виде цифровых платформ нового поколения, целью которых является поддержка функционирования открытых цифровых экосистем, «умных» сервисов, построенных как автономные интеллектуальные системы, интегрирующие сетевые, вычислительные, управляющие функции, обеспечивая всестороннюю поддержку в процессе выработки и принятия решений [10].

Целью настоящего исследования является концептуализация информационной среды на основе интеграции функциональной и технологической стандартизации с учетом инновационного развития общества в парадигме цифровой трансформации.

Открытые данные. Состояние и направления развития

Под *открытыми данными* обычно понимают данные, опубликованные в публичном доступе в сети Интернет в машиночитаемом формате и под свободной (открытой) лицензией,

[2] NBICS – (акроним: N – нано-; B – био-; I – инфо-; C – когнитивные; S - социально-гуманитарные технологи) – это взаимная интеграция или конвергенция, пяти фундаментальных отраслей знаний.

[3] Большие данные как драйвер развития бизнеса и систем безопасности. UML: https://www.vedomosti.ru/press_releases/2025/ 11/17/bolshie-dannie-kak-draiver-razvitiya-biznesa-i-sistem-bezopasnosti (дата обращения: 19.11.2025).

допускающей бесплатное повторное использование этих данных, их переработку и распространение [5].

Российской особенностью является то, что основные данные, как по объему, так и по значению, накапливаются в государственных информационных системах (ГИС). В докладе «Оценка открытости государственных информационных систем 2020 г.»[4] приведены примеры таких систем и оценена их текущая открытость. Из доклада следует, что текущее государственное регулирование не обеспечивает открытости данных в ряде ГИС по умолчанию. Таких требований нет ни в конкурсной документации на разработку информационных систем (ИС), ни в методических рекомендациях, ни в типовых положениях для ИС. В мировой практике важным направлением развития нормативной базы является внедрение принципа «открытость по умолчанию» (open by default). Текущее отечественное регулирование пока не использует этот принцип и, как следствие, в большинстве примеров ГИС недоступными остаются большая часть хранимых в них данных.

Открытые данные необходимы для разработки систем искусственного интеллекта[5], для которых они являются «бесплатным топливом», без которого невозможно обучение алгоритмов на, по-настоящему, больших объемах данных и реальных задачах [5].

Направлениями развития в сфере открытых государственных данных являются:

1. Взаимодействие с потребителями данных в выработке общих требований к раскрытию и обмену данными.

2. Максимальное проактивное раскрытие информации, которой располагает государство:

a) для граждан, как основных потребителей и бенефициаров этой информации, (здесь речь идет прежде всего о разговоре с обществом на понятном языке, предоставление информации в понятном для граждан виде);

b) для экспертов и активистов от лица общества как для помощников и союзников власти в борьбе с неэффективностью государства в целом – от неэффективного расходования бюджета до коррупции, (здесь речь идет, в том числе, о предоставлении данных в машиночитаемом виде, чтобы была возможность использовать новейшие технологии для автоматического поиска проблемных точек и их устранения).

Общие свойства ОС обычно формируются следующим образом [3]:

- расширяемость/масштабируемость (extensibility/scalability);
- мобильность (переносимость) (portalility);
- интероперабельность (interoperability);
- дружественность к пользователю, в том числе – легкая управляемость.

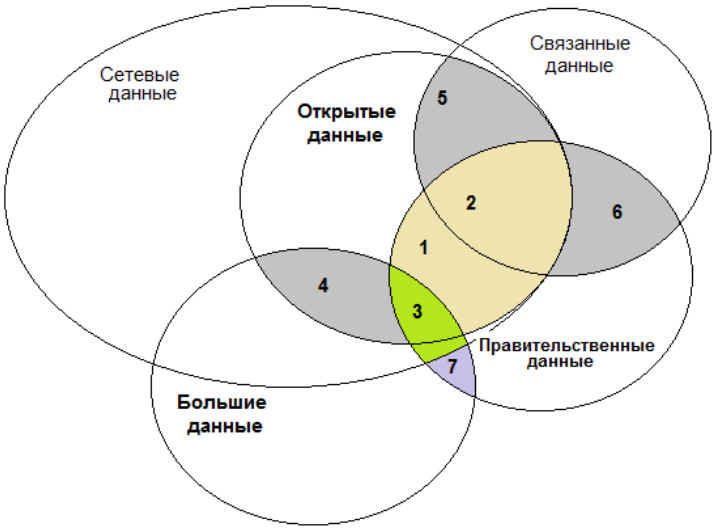
Данные часто поступают из многих источников, особенно это касается сложных динамических объектов, в контуре управления которых циркулирует разнотипная информация (управляющая, технологическая, регистрируемая и др.). Поэтому необходимо связать данные с созданными «связанными данными». *Связанные данные* – это структурированные данные, которые можно преобразовать в машиночитаемый формат, к которому можно выполнить, например, семантический запрос. Это позволяет выполнять поиск данных, а также комбинировать различные наборы данных для создания на их основе ценности. Создание ценности на основе данных требует объединения больших данных (см. рисунок), полученных из различных и разнородных источников данных. Большие открытые и связанные данные на государственном уровне (на рисунке обозначены цифрами 1–3) становятся наиболее востребованными как обычными гражданами, так и организациям в современных условиях развития цифровых технологий, что указывает на меняющийся характер данных [11].

Цепочка создания ценности данных включает основные этапы их ЖЦ: сбор, организацию, анализ, хранение и использование. Сбор связан с извлечением, записью и представление данных в определенном формате для передачи или для предварительной обработки. Организация

[4] Оценка открытости государственных информационных систем 2020. UML: https://ach.gov.ru/upload/pdf/

[5] Искусственный интеллект и открытые данные: важнейшее сочетание. https://data.europa.eu/en/publications/datastories/ai-and-open-data-crucial-combination

предполагает структурирование базы данных, включая обобщение определенных элементов данных и добавление заголовков и пояснительных примечаний. Это превращает данные в информацию. Анализ связан с интеграцией и обработкой различных типов данных, включая интеллектуальный анализ данных. Он преобразует информацию в знания. Хранение предполагает архивирование данных в доступных для извлечения формах. Использование предполагает применение знаний, основанных на данных, для прогнозирования и принятия решений в соответствующих организационно-технических системах.



Место открытых данных в информационной среде:
1 – открытые правительственные данные; 2 – связанные открытые правительственные данные;
3 – большие открытые правительственные данные; 4 – большие открытые данные;
5 – связанные открытые данные; 6 – связанные правительственные данные;
7 – большие правительственные данные

Стандартизация данных и среды

Стандартизация открытой информационной среды – это процесс создания и применения общих правил, форматов и протоколов для обеспечения совместимости, интеграции и взаимодействия различных ИС, технологий и данных, что минимизирует затраты, повышает гибкость, прозрачность, долговечность и способствует инновациям в IT-инфраструктуре, используя принципы открытых систем. Это достигается за счет разработки национальных (ГОСТ Р) и международных (ISO) стандартов (например, серия ИСО 10303 для обмена данными, стандарты информационной безопасности), обеспечивая бесшовный информационный обмен и унификацию компонентов (форматы и структуры данных, программных модулей).

Ключевые аспекты стандартизации открытой информационной среды должны обеспечивать:

- в методическом аспекте – методологию открытых систем, за счет модульной архитектуры построения систем, позволяющей легко заменять их компоненты и интегрировать с другими системами [12];
- в технологическом аспекте – совместимость и интеграцию для поддержки взаимодействия разнородных систем и ресурсов через общие стандарты обмена данными (пример – CALS-технологии);
- в нормативном аспекте – разработку и повсеместное внедрение открытых стандартов для поддержки вышеперечисленных аспектов, отдавая на откуп производителям лишь качество предоставляемых информационных продуктов.

Перспективность методологии открытых ИС основывается, прежде всего, на сочетании решаемых прикладных задач и возможностей платформенных компонент [12], объединяющих операционный уровень (операционной системы), аппаратный, отвечающий за функциональное наполнение, и сервисный уровень ИС (системно-прикладной, баз данных и знаний и др.).

Отмеченное выше требование *интероперабельности,* предполагает не только взаимосвязь между различными системами, но и включает в себя разработку общих стандартов и процессов на различных уровнях для облегчения передачи информации, сетевые протоколы, контент данных, использующие стандарты на метаданные и перспективные Веб-сервисы, с целью автоматизированного распространения системных процессов и процедур. Для полностью открытых интерфейсов ИС интероперабельность – это способность продукта или системы, взаимодействовать и функционировать с другими продуктами или системами без каких-либо ограничений доступа.

Для упрощения предварительной обработки (на начальных этапах ЖЦ данных), разработки программного обеспечения и анализа данных крайне важно уменьшать требования к адаптациям, необходимым для обеспечения интероперабельности. Идеалом интероперабельности для исследователей является структура, которая позволяет легко использовать наборы данных различными программными продуктами независимо от их источника.

Именно стандарты определяют характеристики продукта, процесса или услуги. Используя существующие архитектуры аппаратно-программных и технологических структур, можно реализовать определенную стандартную структуру для создания полезного свойства или продукта в целом. Общая структура может помочь обеспечить совместимость между различными программными продуктами и сократить время, необходимое для повторения или реализации дополнительной предварительной обработки данных. Совместимость должна гарантировать такие показатели, как согласованность, когерентность, надежность и другие метрики понятия *качества данных* [7].

В настоящее время уже сложились основные принципы и стандарты в области публикации открытых данных. Они инвариантны для разных стран и могут успешно применяться, не требуя содержательной переработки, так как в целом отвечают и общечеловеческим ценностям, и современному состоянию технологий. К ним относятся следующие принципы и стандарты:

- принципы Хартии открытых данных (opendatacharter.net/principles);
- стандарт публикации открытых данных: Frictionless Data -это одновременно и стандарт публикации табличных открытых данных, и широкий набор открытых инструментов по подготовке и упаковке данных[6];
- открытые стандарты публикации данных в Project Open Data – project-open-data.cio.gov/ open-standards
- стандарты данных от The ODI (Open Data Institute) – это руководство и набор рекомендаций для создания, разработки и внедрения открытых стандартов данных.

Заключение

Одна из ключевых мотиваций для публикации открытых данных состоит в том, что предоставление данных общественности, в конечном счете, ведет к приумножению общественных благ. Иными словами, данными могут пользоваться граждане для создания новых бизнесов, развития систем общественного контроля, повышения удобства в городской среде, повышения оперативности и качества в предоставлении госуслуг, формирования фактически «умной» городской среды. Стандартизация – это важная часть открытости, позволяющая администраторам баз данных правильно раскрывать данные (так, чтобы их можно было использовать), а пользователям – легко в них разбираться и обрабатывать их средствами, ориентированными на соответствующий стандарт. Кроме того, это полезно, с точки зрения оценки качества данных.

На основе идеи междисциплинарной направленности развития современной науки необходимо строить и процесс обучения – подготовку соответствующих специалистов для

[6] Open source for Opendata: Методические рекомендации по использованию решений с открытым кодом при работе с открытыми данными. UML: https://www.infoculture.ru/wp-content/uploads/2021/06/OpenSourceForOpenData-1.pdf

новых дисциплин и направлений исследований: астроинформатики, информатики поведения, биоинформатики, информатики здравоохранения, медицинской социальной информатики, основным материалом которых выступают данные, полученные в ходе нашей повседневной деятельности, а также в ходе проводимых экспериментов. Задачами такой подготовки выступает необходимость научить студентов «думать с помощью данных», «управлять данными», «проводить аналитику данных», «взаимодействовать с данными», «интерпретировать полученные результаты».

В дальнейшем исследовании предполагается рассмотреть роль стандартизации и открытых данных в развитии возможностей современных цифровых платформ для задач ситуативного управления и поддержки принятия решений.

Список литературы / References

1. Ковальчук М.В., Нарайкин О.С., Яцишина Е.Б. Конвергенция наук и технологий – новый этап научно-технического развития // Вопросы философии. 2013. № 3. С. 3–11. / Kovalchuk M.V., Narajkin O.S., Yatsishina E.B. Konvergenciya nauk i tekhnologij – novyj etap nauchno-tekhnicheskogo razvitiya. Voprosy filosofii. 2013; 3: 3–11. (In Russ.).
2. Родзин С.И., Титаренко И.Н. NBIC-технологии, искусственный интеллект и электронная культура // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. 2013. № 2(13). С. 60–74. / Rodzin S.I., Titarenko I.N. NBIC-tekhnologii, iskusstvennyj intellekt i elektronnaya kul'tura. Informatika, vychislitelnaya tekhnika i inzhenernoe obrazovanie. 2013; 2(13):60–74. (In Russ.).
3. Кузнецов С. Открытые системы, процессы стандартизации и профили стандартов. https://citforum.ru/database/articles/art_19.shtml (дата обращения: 01.10.2025). / Kuznetsov S. Otkrytye sistemy, processy standartizacii i profili standartov. (In Russ.). Available at: https://citforum.ru/database/articles/art_19.shtml
4. Бурый А.С., Ловцов Д.А. Открытая наука как движущая сила информационного общества // Правовая информатика. 2024. № 3. С. 4–12. – DOI 10.24682/1994-1404-2024-3-4-12. / Buryi A.S., Lovtsov D.A. Otkrytaya nauka kak dvizhushchaya sila informacionnogo obshchestva. Legal informatics. 2024;3:4-12. (In Russ.).
5. Работа с открытыми данными: особенности публикации и использования в российском правовом поле. Аналитический доклад. URL: https://fnkcrr-database.ru/OpenDataReview.pdf (дата обращения: 01.10.2025). / Rabota s otkrytymi dannymi: osobennosti publikacii i ispol'zovaniya v rossijskom pravovom pole. Analiticheskij doklad. Available at: https://fnkcrr-database.ru/OpenDataReview.pdf (accessed 12.10.2025). (In Russ.).
6. Цао Л. Образ мышления в науке о данных: Наступающая научно-техническая и экономическая революция. – СПб.: Издательство Европейского университета в Санкт-Петербурге, 2022. – 552 с. / Cao L. Obraz myshleniya v nauke o dannyh: Nastupayushchaya nauchno-tekhnicheskaya i ekonomicheskaya revolyuciya. Sankt-Peterburg: Izdatel'stvo Evropejskogo universiteta v Sankt-Peterburge, 2022, 552 p. (In Russ.).
7. 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. / Buryi A.S., Pogodin I.M. Ocenka kachestva bol'shih dannyh. Part 1. Osnovnye ponyatiya i metriki. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2024;3(78):49–58. (In Russ.).
8. Лопатин И.Н. Многоуровневые системы качественных данных на основе моделей искусственного интеллекта: проблемы и решения // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 1(82). С. 70–75. / Lopatin I.N. Mnogourovnevye sistemy kachestvennyh dannyh na osnove modelej iskusstvennogo intellekta: problemy i resheniya. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2025;1(82):70–75. (In Russ.).
9. 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. / Garbuk S.V. Metod ocenki vliyaniya parametrov standartizacii na effektivnost' sozdaniya i primeneniya sistem iskusstvennogo intellekta. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2024;3(67):4–14. (In Russ.).
10. Городецкий В.И., Ларюхин В.Б., Скобелев П.О. Концептуальная модель цифровой платформы для кибер-физического управления современным предприятием. Часть 1. Цифровая платформа и цифровая экосистема // Мехатроника, автоматизация, управление. 2019. Т. 20, № 6. С. 323–332. – DOI 10.17587/mau.20.323-332. / Gorodetsky V.I., Laryukhin V.B., Skobelev P.O. Conceptual Model of a Digital Platform for Cyber-Physical Management of a Modern Enterprises Part 1. Digital Platform and Digital Ecosystem. Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie. 2019;20(6):323-332. (In Russ.). https://doi.org/10.17587/mau.20.323-332
11. Charalabidis Y., et al. The world of open data // Public Administration and Information Technology. Cham: Springer International Publishing. 2018, vol. 28, 245 p. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-90850-2 (Accessed 12.10.2025).
12. Лукинова О.В. Методологические аспекты управления жизненным циклом информационной системы на основе инструментов функциональной стандартизации // Программные продукты и системы. 2016. № 4. С. 27–35. / Lukinova O.V. Metodologicheskie aspekty upravleniya zhiznennym ciklom informacionnoj sistemy na osnove instrumentov funkcional'noj standartizacii. Programmnye produkty i sistemy. 2016;4:27-35. (In Russ.).

Для цитирования
Тюрин А.В., Денискина А.Р. Особенности системы управления исследовательской организацией / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 475–479.

УДК 005.6

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

***Тюрин А.В.**, руководитель службы качества, ФАУ «Центральный аэрогидродинамический институт», Россия, Москва*
***Денискина А.Р.**, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Московский Авиационный институт, Россия, Москва*

Рассматриваются особенности создания и применения систем менеджмента качества (СМК или СМ) для исследовательских организаций. Показано, что существующие стандарты на СМ, ориентированные на производство продукции, не учитывают специфику научных исследований. СМ, созданные по этим стандартам, показывают высокую результативность СМ, но не обеспечивают качество процесса исследования и удовлетворенность потребителя. Показаны несоответствия в СМ, связанные с неправильным пониманием и применением требований к СМ при проведении исследований. Рассмотрены особенности научно-технической услуги исследования и обоснована необходимость создания СМ для исследовательской организации. Предложены подходы к формированию системы менеджмента, обеспечивающей качество научно-технических услуг по проведению исследований.

Сформулированы основные требования к СМ исследовательской организации. Обоснована необходимость выделения ключевым элементом СМ процесса исследования, определяющего качество научно-технической услуги исследования. Показана необходимость проектирования расширенной конфигурации научно-технической услуги для обеспечения управления процессом исследования. Сделан вывод о целесообразности разработки специального целевого стандарта на СМ исследовательской организации, обеспечивающей качество проведения исследований.

Ключевые слова: система менеджмента, исследовательская организация, качество, стандарты на системы менеджмента, научно-технические услуги.

FEATURES OF THE MANAGEMENT SYSTEM OF A RESEARCH ORGANIZATION

***Tyurin A.V.**, Central Aerohydrodynamic Institute, Moscow*
***Deniskina A.R.,** Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow*

The paper examines the specific features of creating and applying quality management systems (QMS or MS) in research organizations. It is shown that existing MS standards, which are oriented toward product manufacturing, do not take into account the specifics of scientific research. Management systems developed in accordance with these standards demonstrate high MS effectiveness but do not ensure the quality of the Research process or customer satisfaction. The identified inconsistencies in MS are associated with incorrect interpretation and application of MS requirements when conducting research.

The characteristics of the research-related scientific and technical service are analyzed, and the necessity of developing an MS tailored specifically for a research organization is justified. Approaches to forming a management system that ensures the quality of scientific services for conducting research are proposed.

The key requirements for an MS of a research organization are formulated. The necessity of designating the Research process as the core element of the MS – since it determines the quality of the scientific and research service – is substantiated. The need to design an extended configuration of the scientific service to ensure effective management of the Research process is demonstrated. The conclusion is drawn that it is advisable to develop a dedicated, purpose-oriented standard for the MS of a research organization that ensures the quality of research activities.

Keywords: management system, research organization, quality, standards, research services.

В настоящее время основным инструментом обеспечения качества создаваемой продукции или предоставляемой услуги является создание эффективной (качественной) системы управления всеми видами деятельности организации, традиционно называемой на русско-английском языке Системой менеджмента качества или СМК. Требования к СМК устанавливаются специальными стандартами, например ISO 9001:2015 Quality management systems – Requirements или идентичным к нему ГОСТ Р ИСО 9001 «Системы менеджмента качества. Требования» [5]. В тексте сокращение СМК используется при описании систем управления, созданных до 2015 года, и в названиях ряда стандартов на системы менеджмента, а сокращение СМ применяется как обобщенное наименование для всех систем менеджмента.

Стандарты на СМ определяют структуру, уровень и качество создаваемой СМ, которая должна быть сертифицирована на соответствие их существенно различающимся требованиям, в зависимости от ориентации стандартов на виды деятельности или области применения. В авиационной отрасли России основными стандартами качества СМ являются группы стандартов, основанных на ГОСТ Р ИСО 9001, ГОСТ Р 58876 [6], и их дополняющие и сопровождающие стандарты. Эти стандарты являются универсальными и применяются для организаций независимо от их вида, размера, поставляемой продукции и предоставляемых услуг и с совершенно разными направлениями деятельности – исследовательских, проектных, производственных, организаций сервиса и эксплуатации и т.п.

Эти стандарты в разной степени определяют целевую направленность СМ, структуру, уровень обеспечения качества СМ, которая должна косвенным образом обеспечивать качество выпускаемой продукции или оказываемой услуги в соответствии с требованиями потребителя и нормативных и законодательных документов. Декларируемая цель этих общих по применению стандартов – создание СМ, демонстрирующей способность постоянно поставлять продукцию и или услуги, отвечающие установленным требованиям, а также повышение удовлетворенности потребителей посредством результативного применения СМ. Однако демонстрация способности – это не реальное производство продукции или предоставление услуги, отвечающей установленным требованиям, а удовлетворенность потребителя – во многих случаях фактор субъективный и в полной мере недостижим.

Для исследовательских организаций, основным видом деятельности которых являются научные исследования, применение СМ, созданных в соответствии с требованиями общих стандартов на СМ, малоэффективно вследствие того, что СМ ориентированы главным образом на выпуск продукции в виде проекта, разработки, изделия и т.п. и не применимы для научно-технической услуги (НТУ) исследования, качество которой определить трудно или в полной мере невозможно. В контексте данной статьи сокращение НТУ применяется для обозначения НТУ исследования. Наиболее распространенный в отечественной практике стандарт ГОСТ Р ИСО и базирующиеся на его основе стандарты на СМ не предполагают управление процессом исследований и первичным процессом жизненного цикла, определяют проектирование и разработку продукции и услуг, то есть требования для продукции и услуг выдвигаются одинаковые, однако НТУ не предполагают создание материальной продукции в процессе выполнения. Как следствие, создаваемые в обеспечение процессов СМ нормативно-технические документы (стандарты) также не учитывают специфику научных исследований и ограничиваются установлением формальных требований по порядку проведения работ, оформлению и приемке результатов выполнения работ.

Исследование практики применения вышеупомянутых «универсальных» стандартов на СМ ряда исследовательских организаций авиационной промышленности показало высокую результативность СМК, оцениваемую по интегральным показателям различного рода и степени совершенства по способности учитывать качество процессов. Статистика результативности СМ научно-исследовательских организаций показывает ежегодный рост показателя результативности СМК, который достигает стабильно высокого уровня через 5–7 лет после создания СМК. При этом отклонения по процессам присутствуют как раз в области обеспечения качества НТУ. Это иногда приводит к падению удовлетворенности потребителя по отношению к конкретной НТУ. Особенность научных исследований в том, что каждое исследование индивидуально и практически неповторимо, так же индивидуально и качество продукции, в данном случае НТУ. Поэтому претензии по качеству проведения конкретного исследования не проецируются на последующие и качество конкретного исследования не сравнивается с качеством предыдущих. Становится очевидным, что проблему обеспечения качества исследований СМ данного уровня не решает.

Стандарт или стандарты на СМ должны быть специально ориентированы на создание СМ для научно-исследовательских организаций с целью обеспечения качества исследований. Стандартов, ориентированных на СМ исследовательских организаций, нет, хотя упоминание об исследованиях в наименовании стандарта на СМ случается, например в португальском национальном стандарте NP 4457:2007 Management of Research, Development and Innovation (RDI). RDI management system requirements, однако даже в названии были указаны Исследования, Разработки и Инновации, вследствие чего стандарт не устанавливает требований для СМ исследовательской организации и неприменим для создания СМ, обеспечивающей качество НТУ по проведению исследований. А именно такая цель должна быть предметом стандартизации СМ.

Б.А. Иткин в статье «Блеск и нищета стандартов на системы менеджмента» [1, С. 36] отмечает, что бурный рост популярности стандартов на системы менеджмента сменился разочарованием и падением интереса к ним во многих странах. Причиной этого, по мнению автора, является отсутствие целевой направленности стандартизации СМ на предмет управления. Только один стандарт – ГОСТ Р ИСО 45001–2020 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования и руководство по применению» [4] декларирует, что «целью и ожидаемыми результатами системы менеджмента охраны здоровья и безопасности труда (ОЗБТ) является предотвращение травм и ущерба для здоровья сотрудников», и имеет измеримые показатели предмета управления, например отсутствие травматизма на предприятии.

Попытки модернизировать и переориентировать СМК путем внедрения элементов, нацеленных на обеспечение качества НТУ, и введения дополнительных требований к СМК входят в противоречие с требованиями стандартов на СМ, по которым создавалась и сертифицировалась СМ организации. Например, создание системы непрерывного мониторинга статуса всех элементов конфигураций требовало переориентации всей структуры СМК [2, с. 167], так же как и введения требования об аттестации основных процессов [3, С. 91]. Внедрение системы гарантий качества исследований вследствие специфических особенностей НТУ (уникальности и невозможности или экономической нецелесообразности проверки результата НТУ) практически не реализуемо в СМК организации.

Общность и универсальность требований к СМК упомянутых выше стандартов на СМ, одинаковых как для продукции, так и для услуги, на практике применения в СМК исследовательских организаций приводит к упрощенному пониманию требований, неверному толкованию их или игнорированию этих требований.

В процессе внешних аудитов СМК ряда научно-исследовательских организаций авиационной отрасли были выявлены следующие несоответствия требованиям стандартов на СМ в области определения требований к НТУ:

– замена НТУ на создание научно-технической продукции (научно-технического отчета иногда в нескольких книгах с сотнями страниц), при этом стадия жизненного цикла «Проектирование» и аналогичный процесс исключаются на основании того, что конфигурация продукции определена техническим заданием;

– при замене НТУ на продукцию под производством продукции понимается написание отчета, поскольку он и считается научно-технической продукцией;

– за основу конфигурации НТУ принимается техническое задание на научно-исследовательскую работу, которое содержит неполный перечень требований к НТУ, причем исполнитель имеет возможность дополнить требования НТЗ или установить собственные на стадии проектирования НТУ (опять же, если эта стадия есть);

– требования стандартов на СМ к оборудованию и персоналу носят общий характер и не относятся исполнителем к конкретной НТУ, поскольку она не проектируется.

СМ исследовательской организации должна создаваться как СМ, предназначенная для предоставления научно-технической услуги – проведения исследований. Целевой направленностью стандарта на СМ исследовательской организации должно быть обеспечение качества НТУ или процесса исследований, который реализует НТУ. Стандарт «Система менеджмента исследовательской организации. Требования» должен учитывать специфику НТУ и возможность устанавливать измеримые показатели предмета управления.

Научно-техническая услуга исследования, в отличие от типовых услуг, унифицированных и повторяющихся, результат которых легко валидировать, как правило:

– уникальна;

– практически неповторима по причине высоких затрат и зачастую уникальности требуемых ресурсов;

– ограничена по доступу к результатам;

– имеет короткий жизненный цикл, поскольку он заканчивается передачей результатов заказчику;

– ограниченный срок актуальности применения результатов для использования;

– результат оказания услуги в виде отчета является нематериальным активом и не может быть управляемым элементом конфигурации услуги вследствие невозможности установления конкретных требований к содержанию и критериев результативности, вследствие чего требования к отчету носят формальный характер;

– проверка результата НТУ практически невозможна или экономически нецелесообразна;

– ориентирована на квалифицированного исполнителя, имеющего компетенции именно в данной области исследований;

– ориентирована на одного потребителя, который является заказчиком, остальные вторичны или отсутствуют;

К тому же процесс исследования (производство или оказание НТУ) в СМ, созданной по общим стандартам на СМ, практически неуправляем, поскольку кроме выполнения работ в календарные сроки, установленные в техническом задании (ТЗ) на научно-исследовательскую работу (НИР), других требований к элементам конфигурации НТУ или к качеству процесса нет или недостаточно.

Исходя из специфики НТУ, целевой, ориентированный на обеспечение качества НТУ (проведения исследований) стандарт на СМ исследовательской организации:

– должен устанавливать требования к СМ таким образом, чтобы обеспечить качество не только НТУ, но и СМ в целом. В связи с этим стандарт должен устанавливать дополнительные требования к СМ по отношению к существующим стандартам на СМ, не отменяя или заменяя их по аналогии с ГОСТ РВ 0015-002, дополняющим требования ГОСТ Р ИСО 9001;

– должен определять процесс исследований как критический элемент СМ, оказывающий значительное влияние на НТУ, поскольку это процесс реализации НТУ. Обеспечение достаточного уровня управления этим процессом требует проведения ряда определенных стандартом на СМ исследовательской организации мероприятий;

– должен устанавливать требование формирования конфигурации НТУ на основе включения в конфигурацию всех элементов, характеризующих НТУ в процессе исследований, например: используемое испытательное и измерительное оборудование, программное обеспечение, методики проведения испытаний и измерений, персонал, проводящий исследования, и т.п.

Качество процесса исследований определяется соответствием требованиям к НТУ исследования, установленным не только техническим заданием, но и законодательными и нормативными правовыми документами, а также дополнительно организацией-исполнителем. На практике исполнителем учитываются в основном требования, установленные в ТЗ на НИР, которые по статистике ограничиваются требованиями по выполнению объема работ по тематике исследований, выполнению программы испытаний и редко требованиями по порядку проведения и использования испытательного и измерительного оборудования и применения программного обеспечения.

Управление процессом с целью обеспечения соответствия НТУ ограниченному числу требований ТЗ малоэффективно, поскольку требования не в полной мере охватывают все возможные элементы конфигурации НТУ. Это связано с недостаточно тщательным (иногда отсутствующим) проектированием НТУ на стадии рассмотрения и согласования ТЗ на НИР, а также с формированием конфигурации НТУ, ограниченной только ТЗ на НИР.

Расширенная конфигурация НТУ в СМ исследовательской организации определяет возможности управления процессом исследований в полной мере при наличии широкого спектра элементов управления, в том числе критических элементов, требующих проведения специальных мероприятий, например аттестации испытательного оборудования или всего процесса в целом.

Таким образом, специальный целевой стандарт на СМ исследовательской организации предоставит возможность создания СМ, обеспечивающей качество НТУ исследования.

Список литературы

1. Иткин Б.А. Блеск и нищета стандартов на системы менеджмента // Методы менеджмента качества. № 1, 2025, 68 с.
2. Тюрин А.В. Проблемы нормативного обеспечения процесса исследований на стадии создания НТЗ // Вторая научно-практическая конференция «Управление созданием научно-технического задела в жизненном цикле высокотехнологичной продукции». – Москва: ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова, 2017, 220 с.
3. Тюрин А.В., Тюрин В.М. Нормативное и информационное обеспечение управления качеством на стадии создания НТЗ // Сборник докладов форума «Вопросы качества продукции предприятий ОПК». – Нижний Новгород, 2018, 137 с.
4. ГОСТ Р ИСО 45001–2020 Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования и руководство по применению, М.: Стандартинформ, 2020.
5. ГОСТ Р ИСО 9001–2015 Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2015.
6. ГОСТ Р 58876–2020 Системы менеджмента качества организаций авиационной, космической и оборонной отраслей промышленности. Требования. – М.: Стандартинформ, 2020.

References

1. Itkin, B.A. *The Brilliance and Misery of Management System Standards.* Methods of Quality Management, No. 1, 2025, 68 p.
2. Tyurin, A.V. *Problems of Regulatory Support for the Research Process at the Stage of Creating Scientific and Technical Background.* Proceedings of the 2nd Scientific and Practical Conference “Management of Scientific and Technical Background Creation in the Life Cycle of High-Tech Products.” Moscow, Trapeznikov Institute of Control Sciences, 2017, 220 p.
3. Tyurin, A.V., Tyurin, V.M. *Regulatory and Informational Support for Quality Management at the Stage of Creating Scientific and Technical Background.* Proceedings of the Forum “Quality Issues of Defense Industry Enterprises”. Nizhny Novgorod, 2018, 137 p.
4. ISO 45001:2018. *Occupational Health and Safety Management Systems – Requirements with Guidance for Use.*
5. GOST R ISO 9001–2015 *Quality Management Systems. Requirements.* Moscow: Standartinform, 2015.
6. GOST R 58876–2020 *Quality Management Systems of Organizations in the Aviation, Space, and Defense Industries. Requirements.* Moscow: Standartinform, 2020.

Для цитирования
Хаймович И.Н., Матвеев И.С. Стандартизация и кастомизация в машиностроении: учет обратной связи для минимизации рисков / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 480–485.

УДК 621.002.5:658.58

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И КАСТОМИЗАЦИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ: УЧЕТ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ

Хаймович И.Н., *д-р техн. наук, профессор. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева,*
Матвеев И.С., *аспирант Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, Россия, г. Санкт-Петербург*

В условиях цифровой трансформации и массовой кастомизации машиностроительные предприятия сталкиваются с необходимостью интеграции требований заказчиков в систему менеджмента качества. В статье предложена информационно-экономическая модель учета обратной связи в рамках стандартов ISO и ГОСТ, обеспечивающая адаптацию производства к индивидуальным запросам без нарушения требований технического регулирования. Рассмотрены роль PLM, CRM, IoT и Big Data в формировании цифрового контура качества и концепция гибридных стандартов как основы гибкой кастомизации.

Ключевые слова: кастомизация, обратная связь, стандартизация, качество.

STANDARDIZATION AND CUSTOMIZATION IN MECHANICAL ENGINEERING: CONSIDERING CUSTOMER FEEDBACK TO MINIMIZE RISKS

Khaimovich I. N., *Doctor of Technical Sciences, Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; Samara National Research University named after Academician S. P. Korolev*
Matveev I. S., *Postgraduate Student, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia, St. Petersburg*

In the context of digital transformation and mass customization, manufacturing enterprises face the need to integrate customer requirements into their quality management systems. The article proposes an information-economic model for incorporating customer feedback within ISO and GOST standards, enabling production adaptation to individual demands without violating technical regulations. The roles of PLM, CRM, IoT, and Big Data in shaping a digital quality framework are examined, along with the concept of hybrid standards as a foundation for flexible customization.

Keywords: customization, feedback, standardization, quality.

В условиях четвертой промышленной революции машиностроение сталкивается с необходимостью удовлетворять растущие требования заказчиков к индивидуализации продукции [1]. Теперь конкурентоспособность предприятия определяется не только уровнем выпускаемой продукции, экономической составляющей, а также возможностью быстро адаптироваться под кастомизированные потребности конечного покупателя и уровнем развития процессов по интегрированию клиентской обратной связи в СМК. Проблема заключается в том, что массовая кастомизация противоречит традиционной модели технического регулирования, ориентированной на унификацию и стабильность параметров продукции. Требуется формирование новых подходов, при которых стандартизация выступает не как ограничение, а как инструмент гибкой настройки процессов под запросы заказчика.

Цель исследования – разработка информационно-экономической модели учета обратной связи заказчика в рамках стандартов ISO и ГОСТ для повышения эффективности кастомизации в машиностроении.

Стандарт ISO 9001:2015 предусматривает обязательное использование обратной связи потребителей для оценки результативности СМК. В п. 9.1.2 установлено требование о регулярном мониторинге удовлетворенности клиентов [2]. ГОСТ Р ИСО 9001–2015 идентичен ISO 9001:2015, что делает подход универсальным для российских предприятий. ISO 10002:2018 дополняет данный процесс, регламентируя методы обработки жалоб и предложений. Внедрение этих стандартов позволяет систематизировать работу с клиентскими данными. ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования» и другие регламенты устанавливают обязательные требования безопасности [3]. Любая кастомизация допустима только в пределах, не нарушающих соответствие изделия установленным нормам. Подробное сравнение стандартов приведено в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение стандартов качества в контексте кастомизации и учета обратной связи

Стандарт	Основной акцент	Учет обратной связи
ISO 9001	Управление качеством	Обязательный мониторинг удовлетворенности
ISO 10002	Управление жалобами	Регламентированный процесс обработки
ГОСТ Р ИСО 9001	Нац. аналог ISO 9001	Полное соответствие
ТР ТС 010/2011	Безопасность машин	Ограничивает кастомизацию

Стандартизация имеет прямое и критическое влияние на экономическую составляющую деятельность предприятия. В первую очередь благодаря стандартизации продукции появляется возможность существенно влиять на ее себестоимость. Как правило, снижение себестоимости может быть связано с эффектом масштаба, который оказывает свое влияние на предприятия, которые производят серийную продукцию. Помимо себестоимости, стандартизация оказывает влияние на процент брака и количество рекламаций – данные аспекты оказывают существенное влияние на юнит-экономику производимого изделия, а также влияет на LTV (lifetime value) – показатель, рост которого обеспечивает повышение выручки с одного клиента. Вместе с этим могут наблюдаться и другие эффекты – например, рост производительности труда или улучшение качества управления.

Существует большое количество способов сбора данных. Для учета обратной связи используется 2 вида исследований – качественные и количественные. Качественные исследования помогают формировать причинно-следственные связи: новые требования к продукту, гипотезы по изменению внутренних процессов и так далее. Качественные исследования включают в себя: фокус-группы, экспертные интервью и различные проекционные методы типа коридорных исследований. Количественные исследования в основном состоят из опросов и анкетирования. В первую очередь количественные исследования проводятся для подтверждения гипотез, а также проверки данных, которые можно измерить, например удовлетворенность (CSI), соответствие ожиданий и фактически полученного изделия, лояльность (NPS) и так далее. В зависимости от цели исследования определяется размер выборки. Например, можно опросить всех клиентов или только тех, которые являются крупными стратегическими партнерами. В результате процесса сбора и обработки данных итоги исследований необходимо преобразовать в конечные задачи для различных отделов. Перед внедрением изменений необходимо корректно сформировать

гипотезу: на какую именно метрику направлено изменение и при каких обстоятельствах данная метрика может быть оптимизирована. По результатам внедрения необходимо анализировать полученный результат – не всегда внедренные изменения оказывают благоприятное влияние на выбранные метрики. Для корректной фиксации поставленных задач необходимо пользоваться CRM системами. Для сбора оперативных данных, как правило, применяются технологии Internet of Things (IoT) [4]. Удовлетворенность конечного заказчика – важнейшая метрика для предприятий, которые производят кастомизированные продукты. Для объективной оценки удовлетворенности предлагается использовать интегральный показатель удовлетворенности (ИУП). Интегральный показатель удовлетворенности (ИУП) может рассчитываться как агрегированная величина: ИУП = Σ(Wi * Ui), где Wi – весовой коэффициент значимости фактора, Ui – оценка удовлетворенности. Для машиностроительных изделий такими факторами могут быть: надежность, функциональность, сервис, удобство эксплуатации, стоимость владения и энергоэффективность. Модель адаптивна: при изменении приоритетов заказчиков веса факторов можно скорректировать. Это делает ИУП инструментом долгосрочного мониторинга и сравнения динамики удовлетворенности клиентов. Пример расчета интегрального показателя приведен в таблице 2.

Внедрение систем учета и анализа обратной связи требует дополнительных затрат, однако при грамотной организации они трансформируются в экономические выгоды. Для оценки целесообразности предлагается использовать показатель экономической эффективности: Ээфф = (ΔR – ΔC) / ΔC, где ΔR – прирост дохода от повторных заказов, ΔC – затраты на систему учета обратной связи. Экономический эффект проявляется через снижение издержек на возвраты, рост повторных заказов, ускорение вывода новых моделей на рынок и сокращение цикла НИОКР.

Системы управления жизненным циклом изделия (PLM) и управления инженерными данными (PDM) сегодня являются базовыми инструментами для машиностроительных предприятий, реализующих стратегию массовой кастомизации. Они обеспечивают хранение, согласование и контроль всех данных, связанных с проектированием, производством и эксплуатацией изделий. Основное преимущество PLM заключается в том, что требования заказчика фиксируются в цифровом виде на самых ранних стадиях – при формировании технического задания. Эти требования затем сопровождаются на всех этапах жизненного цикла изделия – от проектирования до сервисного обслуживания. Такой подход обеспечивает сквозную трассируемость требований и позволяет доказательно подтвердить их выполнение при сертификационных и аудиторских проверках в соответствии с требованиями ISO 9001 и ГОСТ Р ИСО 9001. Кроме того, PLM-платформы (например, Siemens Teamcenter, Dassault Systèmes 3DEXPERIENCE, PTC Windchill) позволяют связывать клиентские требования с конкретными элементами конструкции и технологическими процессами. Это делает возможным гибкое внесение изменений в дизайн изделия при сохранении соответствия нормативным требованиям и документации. Интеграция PLM с ERP- и MES-системами формирует единую цифровую среду предприятия, где управленческие, инженерные и производственные данные синхронизированы. Таким образом, PLM становится не только инструментом документирования, но и интеграционным ядром системы менеджмента качества, что напрямую соответствует положениям ISO 9001 о необходимости управления изменениями, ресурсами и знаниями организации. Использование PLM также позволяет вести учет версий изделия при кастомизации. Это важно для предприятий, выпускающих индивидуальные модификации машин, поскольку каждая версия должна иметь доказуемое соответствие техническим регламентам (например, ТР ТС 010/2011). В перспективе PLM-технологии становятся основой для внедрения сквозных цифровых потоков данных (digital thread), обеспечивающих прозрачность и воспроизводимость всех этапов – от запроса клиента до эксплуатации оборудования.

Современные системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM) играют ключевую роль в формировании обратной связи, являющейся обязательным элементом системы менеджмента качества по ISO 9001. Они обеспечивают не только регистрацию

обращений клиентов, но и анализ поведения, предпочтений и истории взаимодействий. При интеграции CRM с аналитическими платформами Big Data предприятие получает возможность выявлять скрытые закономерности в поведении заказчиков, сегментировать их по типу требований и предсказывать будущие потребности. Для машиностроительных компаний это особенно важно, так как каждый заказ может иметь уникальные требования к конфигурации, комплектации или условиям эксплуатации техники. Применение методов машинного обучения (machine learning) и анализа больших данных позволяет создавать модели прогнозирования спроса и разрабатывать новые продуктовые предложения еще до появления явного запроса от клиента. Например, анализ эксплуатационных параметров по IoT-датчикам (в разделе 4.3) может выявить типичные узлы, требующие модификации, – и CRM автоматически предложит обновленную конфигурацию заказчику. Информационные системы CRM также выполняют функцию цифрового канала обратной связи, где поступающие жалобы и предложения интегрируются с PLM и ERP. Таким образом, комментарии заказчиков могут инициировать изменения в конструкции изделий или в процессах обслуживания, формируя замкнутый контур улучшений. Для эффективной интеграции Big Data и CRM необходимы большие массивы разнородных данных – эксплуатационные, маркетинговые, технические. Поэтому предприятиям машиностроения важно развивать централизованные хранилища данных (Data Lake) и стандартизировать форматы обмена информацией, что напрямую связано с информационно-экономическими аспектами стандартизации.

Интернет вещей (IoT) и технологии цифровых двойников (Digital Twin) играют фундаментальную роль в интеграции обратной связи заказчика с системой технического регулирования. Установка IoT-сенсоров на машины и оборудование позволяет в реальном времени собирать данные о параметрах эксплуатации – нагрузках, температуре, вибрациях, частоте обслуживания и др. Эти данные становятся источником объективной информации о том, насколько изделие соответствует заявленным характеристикам и требованиям стандартов. Использование цифровых двойников позволяет моделировать поведение изделия под воздействием различных факторов и проводить виртуальные испытания до начала физического производства. Это не только снижает затраты на разработку и сертификацию, но и обеспечивает документальное подтверждение соответствия продукции требованиям ТР ТС и ISO. [5] Особую ценность цифровые двойники представляют для модульных изделий, где каждая конфигурация создается под конкретного заказчика. Проверка соответствия каждого модуля стандартам безопасности (например, в рамках ТР ТС 010/2011) может быть автоматизирована в цифровой среде. Кроме того, совмещение данных IoT и PLM-платформ позволяет реализовать концепцию обратной связи в реальном времени: фактические эксплуатационные данные возвращаются в цифровую модель, корректируя параметры проектирования и сервисного обслуживания. Это превращает систему управления качеством в динамический, самообучающийся механизм, что соответствует духу современных стандартов ISO серии 9000, ориентированных на непрерывное совершенствование. Таким образом, использование IoT и цифровых двойников способствует формированию сквозной цифровой экосистемы, обеспечивающей соответствие продукции требованиям технического регулирования, рост удовлетворенности заказчиков и повышение экономической эффективности кастомизации.

Результаты проведенного анализа показывают, что современные подходы к стандартизации в машиностроении должны учитывать трансформацию производственных систем под влиянием цифровизации и кастомизации. Интеграция требований заказчиков в систему стандартов позволяет не только повысить удовлетворенность клиентов, но и оптимизировать внутренние процессы предприятия. В рамках стандартов ISO 9001 и ГОСТ Р ИСО 9001 предлагается формализовать учет обратной связи заказчиков не только как источник информации для улучшения, но и как обязательный управляемый процесс, обеспечивающий стратегическую адаптацию предприятия к требованиям рынка и предотвращения различного рода рисков. Для этого необходимо включить в процедуры

менеджмента качества отдельные показатели – долю обработанных отзывов, индекс удовлетворенности, среднее время реакции на запрос клиента и др. Такой подход позволит использовать стандарты не формально, а как инструмент постоянного взаимодействия с рынком.

Анализ показал, что текущие ТР ТС, включая ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования», в основном ориентированы на серийное производство и не учитывают особенности кастомизации. Введение в регламенты норм модульности позволит сертифицировать отдельные узлы и блоки изделий, а не всю систему целиком, что значительно ускорит вывод кастомизированных решений на рынок при сохранении безопасности и качества.

Расчеты, проведенные по предложенной модели, показывают, что внедрение систем обратной связи ведет к снижению совокупных издержек за счет сокращения рекламаций и повторных переделок, а также к увеличению доли повторных заказов. В табл. 2 приведен пример интегральной оценки удовлетворенности, демонстрирующий, что даже небольшое улучшение по ключевым факторам может привести к существенному росту экономического результата.

Таблица 2

Интегральная оценка удовлетворенности

Фактор	Важность Wi	Удовлетворенность Ui	Вклад Wi*Ui
Надежность	0,30	8,0	2,40
Функциональность	0,25	7,5	1,88
Цена	0,20	7,0	1,40
Сервис	0,15	7,8	1,17
Внешний вид	0,10	6,5	0,65
ИУП	–	–	7,50

Результаты анализа подтверждают, что PLM, CRM, IoT и Big Data не являются просто инструментами автоматизации, а выполняют функцию цифровой инфраструктуры, связывающей процессы стандартизации, кастомизации и управления качеством. Использование этих технологий обеспечивает прозрачность и документированность процессов, что особенно важно при аудите соответствия стандартам ISO и требованиям ТР ТС.

Предлагается формирование новой категории «гибридных стандартов» – документов, сочетающих обязательные требования безопасности и качества с адаптивными модулями, отражающими особенности индивидуальных заказов. Такие стандарты могут быть построены на принципах модульного описания требований и цифровой сертификации, где каждая конфигурация изделия проходит автоматизированную проверку в виртуальной среде. Данные, представленные в табл. 1 и 2, подтверждают актуальность предложенных решений и необходимость перехода к более гибкой нормативной модели, ориентированной на цифровую экономику и персонализированные запросы потребителей.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило, что учет обратной связи заказчиков и кастомизация изделий в машиностроении не противоречат стандартам и техническим регламентам, а напротив, усиливают их значение при правильной интеграции в систему управления качеством. Разработанная концепция позволяет объединить требования международных и национальных стандартов (ISO 9001, ISO 10002, ГОСТ Р ИСО 9001) с практикой цифрового управления жизненным циклом продукции. Использование PLM, CRM, IoT и Big Data обеспечивает сквозную интеграцию данных и формирование цифрового следа каждого изделия, что существенно повышает прозрачность и управляемость процессов. Таким

образом, стандартизация перестает быть статичным инструментом контроля и становится динамичным элементом инновационного развития. В условиях цифровой трансформации и массовой кастомизации предприятия машиностроения могут использовать стандарты не только для обеспечения соответствия, но и как средство создания дополнительной ценности для клиента. Перспективным направлением дальнейших исследований являются разработка механизмов цифровой сертификации и внедрение гибридных стандартов, включающих адаптивные параметры, соответствующие требованиям индивидуализированного производства. Это позволит обеспечить баланс между безопасностью, качеством и гибкостью – тремя ключевыми критериями конкурентоспособности современного машиностроения.

Список литературы

1. Хаммер М., Чампи Дж. Реинжиниринг корпорации. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2011. – 288 с.
2. ISO 9001:2015. Quality management systems – Requirements. – ISO, 2015.
3. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования». – М.: ЕЭК, 2011.
4. Ураев Н.Н., Сафаргалиев М.Ф. Кастомизация цифрового менеджмента в сфере реализации продукции // Вестник Самарского университета. – 2018. – № 3. – С. 45–52.
5. Кармишина А.А., Гарина Е.П. Цифровая подготовка производства в машиностроении // Вестник машиностроения. – 2022. – № 7. – С. 23–30.
6. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 33 с.
7. ISO 10002:2018. Quality management – Customer satisfaction – Guidelines for complaints handling in organizations. – ISO, 2018.
8. Feitzinger E., Lee H. Mass Customization at Hewlett-Packard: The Power of Postponement // Harvard Business Review. – 1997. – Vol. 75, No. 1. – P. 116–121.
9. Pine B.J. Mass Customization. – Boston: Harvard Business School Press, 1993. – 352 p.
10. Гермейер Ю.Б. Игры с непротивоположными интересами. – М.: Наука, 1976. – 384 с.

References

1. Hammer M., Champy J. Reinzhiniring korporatsii [Reengineering the Corporation]. Moscow, Mann, Ivanov i Ferber Publ., 2011, 288 p.
2. ISO 9001:2015. Quality management systems – Requirements. ISO, 2015.
3. Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soyuza TR TS 010/2011 “O bezopasnosti mashin i oborudovaniya” [Technical Regulation of the Customs Union TR CU 010/2011 “On the Safety of Machinery and Equipment”]. Moscow, EEK Publ., 2011.
4. Uraev N.N., Safargaliev M.F. Kastomizatsiya tsifrovogo menedzhmenta v sfere realizatsii produktsii [Customization of Digital Management in the Product Sales Sector]. Vestnik Samarskogo universiteta, 2018, no. 3, pp. 45–52.
5. Karmishina A.A., Garina E.P. Tsifrovaya podgotovka proizvodstva v mashinostroenii [Digital Production Preparation in Mechanical Engineering]. Vestnik mashinostroeniya, 2022, no. 7, pp. 23–30.
6. GOST R ISO 9001–2015. Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniya [Quality Management Systems – Requirements]. Moscow, Standartinform Publ., 2015, 33 p.
7. ISO 10002:2018. Quality management – Customer satisfaction – Guidelines for complaints handling in organizations. ISO, 2018.
8. Feitzinger E., Lee H. Mass Customization at Hewlett-Packard: The Power of Postponement. Harvard Business Review, 1997, vol. 75, no. 1, pp. 116–121.
9. Pine B.J. Mass Customization. Boston, Harvard Business School Press, 1993, 352 p.
10. Germeier Yu.B. Igry s neprotivopolozhnymi interesami [Games with Non-Opposing Interests]. Moscow, Nauka Publ., 1976, 384 p.

Для цитирования
Хмелева К.Э., Хаймович И.Н., Верещагин Ю.П. Метод формирования оптимальной команды в производственной системе с учетом рисков / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 486–491.

УДК 658.5.012.1

МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ КОМАНДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ С УЧЕТОМ РИСКОВ

***Хмелева К.Э.**, канд. экон. наук, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева Россия, Самара*
***Хаймович И.Н.**, д-р техн. наук, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева Россия, Самара, профессор высшей школы передовых цифровых технологий ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»*
***Верещагин Ю.П.**, аспирант группы 2.5.22, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Россия, Самара*

В статье предлагается новая методика формирования оптимальной команды, которая повышает эффективность производства с учетом различных видов риска. В данном исследовании сформулировано поэтапное формирование оптимальной команды как по типологии, так и по составу оптимальной команды в производственной системе на примере производства оконных конструкций. Представлен результат работы программы, на основании которого можно сформировать оптимальную команду производственного процесса, которая повышает эффективность на каждом этапе производства.

Ключевые слова: оптимальная команда, производственная система, формирование с учетом рисков, психотип человека.

A METHOD FOR FORMING AN OPTIMAL TEAM IN A PRODUCTION SYSTEM TAKING INTO ACCOUNT RISKS

***Khmelyova K.E.**, Candidate of Economic Sciences, Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev, Samara, Russia*
***Khaymovich I.N.**, Doctor of Technical Sciences, Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev, Samara, Russia; Professor, Higher School of Advanced Digital Technologies, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia*
***Vereshchagin Y.P.**, Postgraduate Student, Group 2.5.22, Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev, Samara, Russia*

A new methodology for forming an optimal team is proposed, which increases production efficiency considering various types of risks. This methodology takes into account the basic team-building model by tuckman, and in addition, when forming the matrix of the optimal team, various methods related to a person's psychotype are involved. This research formulates a step-by-step formation of an optimal team, both in terms of typology and the composition of the optimal team in a production system, using the example of window structure manufacturing. A macro is presented, based on which it is possible to form an optimal team for the production process, which increases efficiency at each stage of production.

Keywords: *optimal team, production system, risk-informed formation, human psychotype.*

Анализируя производственную систему предприятия, можно сказать, что ее эффективность зависит в большей части от оптимального и качественного процесса

управления. Вынося на более детальное рассмотрение сам процесс управления предприятием, видно, что на него влияют сами объекты процесса, независимо от вида процесса. Соответственно, если углубиться еще, то, по сути, на эффективность работы предприятия будут влиять сами люди и команды, которые задействованы в процессах.

Традиционный метод формирования команды – это некий шаблон подбора по определенным критериям. Существует стандартная модель командообразования Брюса Такмана (рис. 1), которая опирается на основные принципы: общие цели, компетентность участников, мотивация, открытая коммуникация и открытость к новым идеям. Данная модель формирования включает целеполагающий, межличностный, ролевой и проблемно-ориентированный подходы и перечень тех должностей, которые необходимы для реализации того или иного процесса.

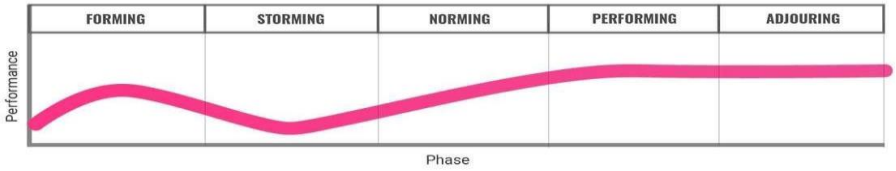


Рис. 1. Модель Такмана [1]

Данная модель упрощает само формирование команды, не учитывая развитие отношений людей на различных этапах командообразования. Модель опирается на линейную динамику формирования отношений, что не всегда идет так, и тем самым заведомо может снижать эффективность процесса.

В данной статье будет рассмотрен процесс формирования оптимальной команды в совокупности со структурно-функциональными моделями с учетом риска на примере производства оконных конструкций.

На рис. 3 представлен полный технологический процесс по изготовлению оконных конструкций с учетом участников процесса. Как можно заметить, задействованы директор по логистике, генеральный директор, коммерческий отдел, техническая служба и мастера смены. При формировании структурно-функциональной модели производства оконных конструкций использована диаграмма Исикавы (рис. 2) [2]. Одним из факторов, влияющих на качество и эффективность производства, является слабое командообразование. Вопрос командообразования в современном управлении рассматривают поверхностно, опираясь на квалификацию сотрудника и на требования к нему. Формирование оптимальной команды является ключевым аспектом успешного управления любого проекта и связанных с ним процессов на предприятиях. Оптимальные команды способны быстро реагировать на изменения, решать сложные задачи, предвидеть риски на предприятии и достигать поставленных целей. Для повышения качества продукции и процессов в системе менеджмента качества (СМК) используется метод FMEA (анализ возможных видов и последствий отказов), который помогает выявлять потенциальные проблемы и минимизировать риски.

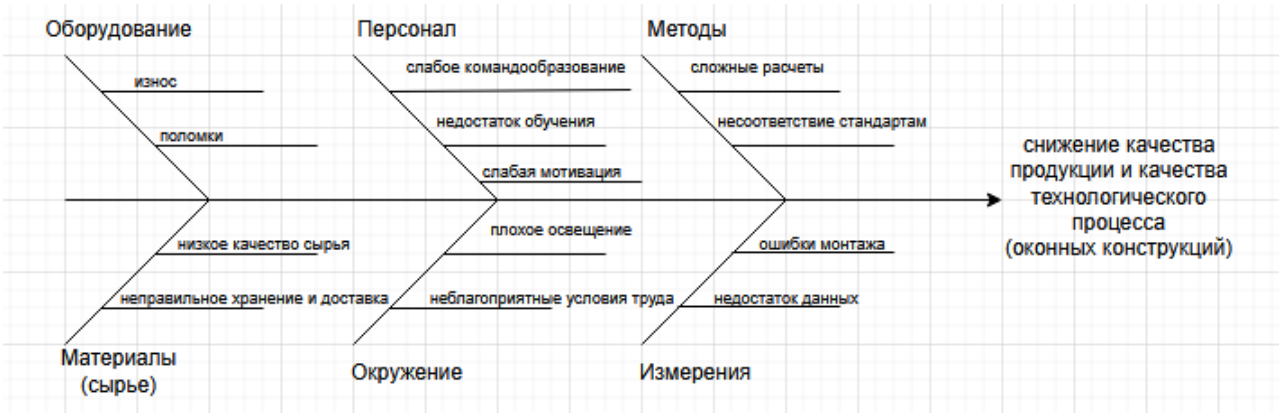


Рис. 2. Модель Исиакавы для оконных конструкций

При формировании оптимальной команды был проанализирован ГОСТ 27.203–2021 (МЭК 60812:2018) [3]. Опираясь на вышеуказанный ГОСТ, команда, основанная на базе метода FMEA, требует, чтобы выполняющие его лица приняли на себя ответственность за следующее: управление процессом выполнения FMEA; определение формы FMEA и его адаптацию с учетом особенностей применения; идентификацию и анализ видов отказов и их последствий для объекта или процесса; определение необходимой обработки видов отказов; составление отчета об FMEA, включая предложения и рекомендации.

Стандартом предполагается, что в выполнении FMEA участвуют аналитик, специалисты, руководитель и заинтересованные стороны, функции и обязанности которых описаны ниже (рис. 4).

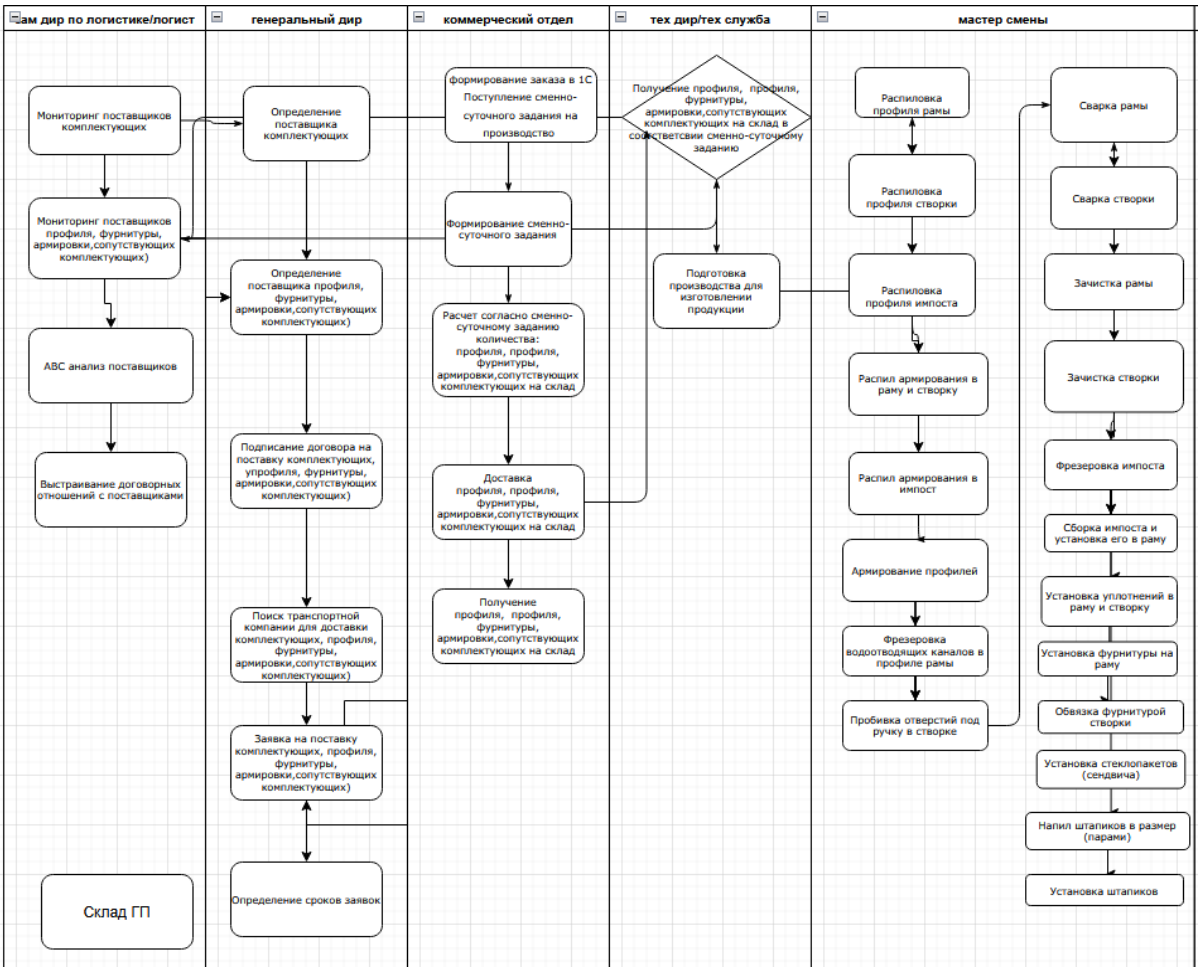


Рис. 3. Технологический процесс создания оконных конструкций

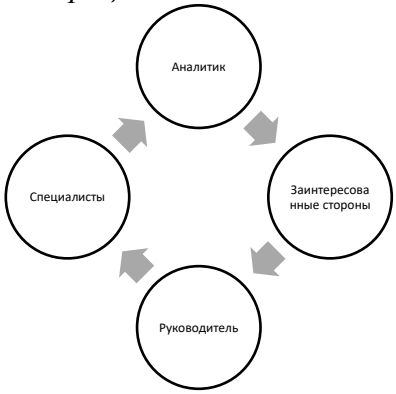


Рис. 4. Оптимальная команда на базе метода FMEA

Из ГОСТ Р 51814.2–2001 можно определить конкретные требования относительно создания эффективной команды [4]. На базе рассмотренного стандарта FMEA-команда представляет собой временный коллектив из разных специалистов, созданный специально для цели анализа и доработки конструкции и (или) процесса изготовления данного технического объекта. При необходимости в состав FMEA-команды могут приглашаться опытные специалисты из других организаций.

Рекомендуемое число участников FMEA-команды – от 4 до 8 человек. Полный состав участников FMEA-команды для работы с данным техническим объектом должен быть неизменным, однако в отдельные дни в работе FMEA-команды может принимать участке неполный ее состав, что определяется целесообразностью присутствия тех или иных специалистов при рассмотрении текущего вопроса.

Метод FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) и анализ типологии личности Брикс (MBTI) представляют собой два различных подхода, которые могут быть использованы для повышения эффективности работы команд и управления проектами.

Разнообразие типов личностей в команде может привести к более качественным решениям в процессе FMEA. Разные точки зрения и подходы к анализу рисков могут помочь избежать слепоты к потенциальным проблемам и улучшить общую оценку рисков. Метод FMEA и анализ типологии личности Брикс могут быть взаимодополняющими инструментами в управлении проектами и повышении эффективности командной работы. Понимание личностных типов участников может улучшить процесс выявления рисков, распределение ролей и качество принимаемых решений, что в конечном итоге способствует успешному выполнению проектов и достижению организационных целей.

Полагаясь на данный ГОСТ и на методику Myers-Briggs Type Indicator (MBTI), была составлена матрица оптимальной команды по производству оконных конструкций, она представлена в таблице.

В данной таблице представлены все виды типов личностей по выбранной методике: **ISFJ** – Защитник, **ISTJ** – Инспектор, **INFJ** – Советник, **INTJ** – Стратег, **ISTP** – Мастер, **ISFP** – Художник, **INFP** – Мечтатель, **INTP** – Мыслитель, **ESTP** – Динамик, **ESFP** – Исполнитель, **ENFP** – Вдохновитель, **ENTP** – Изобретатель, **ESTJ** – Руководитель, **ESFJ** – Помощник, **ENFJ** – Наставник, **ENTJ** – Командир.

Матрица эффективной команды по производству оконных конструкций

ПАРАМЕТРЫ [parameters]	STJ	SFJ	NFJ	NTJ	STP	SFP	NFP	NTP	STP	SFP	NFP	NTP	STJ	SFJ	NFJ	NTJ
I	■	■	■	■	■	■	■	■								
N			■	■			■	■			■	■			■	■
F		■	■			■	■			■	■			■	■	
P					■	■	■	■	■	■	■	■				
E									■	■	■	■	■	■	■	■
S	■	■			■	■			■	■			■	■		
T	■			■	■			■	■			■	■			
J	■	■	■	■									■	■	■	■

По вертикальной составляющей таблицы выбраны основные параметры или, как было указано, выше дихотомии. Для наглядности в таблице отмечено, какие характеристики наиболее ярко выражены для каждого типа личности, и соответственно они отмечены «+».

Для дальнейшего понимания формирования оптимальной команды была составлена матрица пересечений различных параметров типологий личности. Для организации эффективной работы команды опираемся на то, что в состав должны входить люди с полным набором типов личности. Были выведены оптимальные команды и составлена матрица пересечений.

Также был составлен код для формирования задачи для VBA, который смог просчитать оптимальные варианты команд по следующим критериям: количество человек в команде – 8; разные психотипы в команде; параметры или дихотомии в команде 1 типа должны встречаться не менее 1 и не более 4 раз.

По итогу программа выявила более 12 870 совпадений по выбранным параметрам, но в дальнейшем можно усложнить критерии отбора, добавить новые отборочные критерии. Далее представлен результат выполнения программы по вышеуказанным критериям.

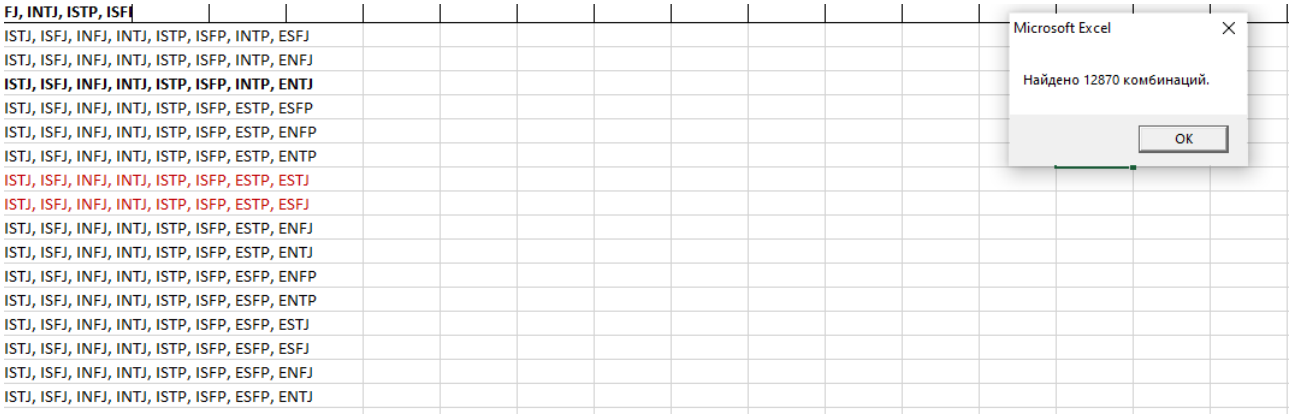


Рис. 5. Результат работы программы по вышеуказанным критериям [Screenshot of the macro command according to the above criteria]

Таким образом, в исследовании предложен новый метод формирования оптимальной команды в производственной системе для предприятия, связанного с изготовлением оконных конструкций, который позволяет повысить эффективность производства с учетом различных видов риска. В данном исследовании сформулирован алгоритм поэтапного формирования оптимальной команды с учетом известных методов, опирающийся на регламенты и ГОСТы, а также на методы Myers-Briggs Type Indicator (MBTI) для определения психотипов сотрудников управленческой команды.

Список литературы

1. Lukas Komar/Last edit: July 10, 2024.
2. Рассел, Джесси Диаграмма Исикавы- М.: VSD, 2013. – 295 с.
3. Гузненков В.Н., Журбенко П.А., Винцулина Е.В. Методика преподавания инженерной графики в МГТУ им. н.э. Баумана // Международный журнал экспериментального образования. 2019. № 2. С. 5–9.
4. Робсон, М. Реинжиниринг бизнес-процессов: практ. руковод. / М. Робсон, Ф. Уллах; пер. с англ. под ред. Н. Д. Эриашвили. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 222 с.
5. Смирнов, А. В., Кузнецова, О. Н. Сетевое моделирование в управлении проектами: инструменты и методы 2021. – № 3. – С. 65.
6. Ковалев Д.А. Применение методов сетевого моделирования для оптимизации бизнес-процессов. Информационные технологии. – 2023. – Т. 15, № 1. – С. 95.
7. ГОСТ Р 51814.2–2001. Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов. – Введ. 2001–07–01. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 14 с.**.**
8. ГОСТ 27-203–2021 (МЭК 60812:2018) Анализ видов и последствий отказов. Введен взамен ГОСТ Р 27.3.06-2008; с 1 января 2022 г. М., Стандартинформ, 2021. 48 с.

References

1. Lukas Komar/Last edit:July 10, 2024.
2. Russell, Jesse and the Ishikawa Diagram, Moscow: VSD, 2013, 295 p.
3. Guznenkov V.N., Zhurbenko P.A., Vintsulina E.V. Methods of teaching engineering graphics at Bauman Moscow State Technical University // International Journal of Experimental Education. 2019. No. 2. pp. 5-9
4. Robson, M. Business process reengineering: practice. directed by M. Robson, F. Ullah ; translated from English. edited by N. D. Eriashvili, Moscow: UNITY-DANA, 2003. 222 p.
5. Smirnov, A.V., Kuznetsova, O. N. Network modeling in project management: tools and methods 2021. – No. 3. – Pp. 65.
6. Kovalev, D. A. Application of network modeling methods to optimize business processes in Information technology. – 2023. – Vol. 15, No. 1. – P. 95
7. GOST R 51814.2-2001. A method for analyzing the types and consequences of potential defects. – Introduction. 2001-07-01. Moscow: Publishing House of Standards, 2001. – 14 p.
8. GOST 27-203-2021 (IEC 60812:2018). Analysis of the types and consequences of failures. Introduced to replace GOST R 27.3.06-2008; from January 1, 2022, Moscow, Standartinform, 2021. 48 p.

Для цитирования
Чешева М.Ф. Стандартизированная модель системы менеджмента трансфера технологий: определение терминов и основных требований / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 492–497.

УДК 006.013

СТАНДАРТИЗИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНОВ И ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ

Чешева М.Ф., *аспирант, ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», Россия, Волгоград*

В настоящей статье рассмотрены предполагаемый терминологический аппарат и основные требования, необходимые при создании стандартизированной модели устойчивого трансфера технологий, а именно внедрение трансфера технологий в процесс управления организацией. Рассмотрены следующие элементы: система менеджмента трансфера технологий, среда организации трансфера технологий, устойчивая система трансфера технологий, процессные, оценочные и другие требования.

Ключевые слова: трансфер технологий, система менеджмента, стандартизированная модель, заинтересованные стороны, среда организации, термины и определения.

STANDARDIZED MODEL OF A TECHNOLOGY TRANSFER MANAGEMENT SYSTEM: DEFINITION OF TERMS AND BASIC REQUIREMENTS

Chesheva M.F., *graduate student, Volgograd State University, Russia, Volgograd*

This article examines the proposed terminology and core requirements for developing a standardized model of sustainable technology transfer, specifically focusing on the integration of technology transfer into an organization's management processes. The following elements are considered: the technology transfer management system, the organizational environment for technology transfer, the sustainable technology transfer system, as well as process, assessment, and other related requirements.

Keywords: technology transfer management system, standardized model, stakeholders, organizational environment, terms and definitions.

Современный уровень развития трансфера технологий открывает значительные возможности для устойчивого роста экономики России. Однако его потенциал реализуется не в полной мере из-за фрагментированности процессов управления, коммерциализации, слабой координации между научными организациями и производственными предприятиями. Ввиду сложившихся обстоятельств в развитии технологического мира требуется создание новых отраслевых стандартов, обеспечивающих эффективное внедрение инноваций и обеспечение устойчивого импортозамещения [1]. Создание стандартизированной модели устойчивой системы управления трансфером технологий (ТТ) станет основой в установлении требований к планированию и внедрению трансфера технологий в унифицированные организационные процессы. Одним из ключевых аспектов разработки такой системы является точный и стандартизированный терминологический аппарат, а также определение области основных требований.

Анализ современного состояния коммуникации в области трансфера технологий выявляет критическую фрагментацию терминологического пространства, которая приводит к серьезным операционным рискам. Исследования показывают, что культурные и коммуникационные барьеры между передающей и принимающей сторонами являются одним

из основных препятствий для эффективного трансфера технологий, причем эти барьеры усугубляются отсутствием единообразной терминологии. Особую остроту проблема приобретает в контексте международного трансфера технологий, где различия в правовых системах, регуляторных требованиях и культурных подходах к техническому сотрудничеству создают дополнительные сложности в интерпретации ключевых понятий.

Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод, что результаты настоящего исследования внесут существенный вклад в разработку стандартизированной модели устойчивой системы менеджмента трансфера технологий, а именно помогут в систематизации терминологии в области трансфера технологий с учетом современных вызовов цифровизации и устойчивого развития.

Целью настоящего исследования является определение базовых и создание новых терминов путем интеграции существующих понятий, которые смогут обеспечить эффективное управление процессами передачи технологий между организациями.

Методологической основой исследования послужил системный подход к анализу процессов трансфера технологий. В работе использованы следующие методы: аналитический обзор действующих российских национальных стандартов в области трансфера технологий, включая ГОСТ Р 71726–2024 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня готовности технологий (TRL)», ГОСТ Р 71727–2024 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня рыночной готовности (CRL)», ГОСТ Р 71728–2024 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня производственной готовности (MRL)», ГОСТ Р 71729–2024 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня инвестиционной готовности (IRL)», а также международных стандартов и руководящих документов в области систем менеджмента качества., структурный анализ, синтетический метод.

Начнем с определения и совмещения базовых понятий. Национальная и международная системы стандартизации не дают четкого определения понятию «система менеджмента трансфера технологий». Однако ГОСТ Р 57194.1–2016 «Трансфер технологий. Общие положения» определяет процесс трансфера технологий как «процесс передачи технологии и соответствующих прав на них от передающей стороны к принимающей в целях их последующего внедрения и использования» [2], а определение понятия «система менеджмента» четко сформулировано в национальном стандарте ГОСТ Р ИСО 9000:2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» и описывается как «совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих элементов организации для разработки политик, целей и процессов для достижения этих целей» [3].

Объединение представленных понятий позволяет сформулировать определение «система менеджмента трансфера технологий» (СМТТ). Система менеджмента трансфера технологий – комплекс взаимосвязанных организационных и методических действий, направленных на результативную передачу, адаптацию и внедрение технологий.

В условиях развития технологий набирает популярность понятие «устойчивая система» или «устойчивое развитие системы». В отечественной литературе устойчивая система подразумевает «способность динамической системы сохранять движение по намеченной траектории (поддерживать намеченный режим функционирования), несмотря на воздействующие на нее возмущения» [4] или «означает прочность и надежность элементов системы, экономических и организационных связей между ними, способность выдерживать внутренние и внешние нагрузки» [5].

Рассматривая вышеизложенное в отношении системы, обеспечивающей трансфер технологий, можно создать и такой термин, как «устойчивая система трансфера технологий». Устойчивой системой трансфера технологий является комплекс организационных, правовых, экономических и инфраструктурных механизмов, обеспечивающих непрерывный, эффективный и экологически ответственный обмен технологиями между наукой, бизнесом и обществом с учетом долгосрочных интересов всех заинтересованных сторон.

Ввиду тематики создаваемой модели трансфера технологий возникает потребность в уточнении списка заинтересованных сторон. В отличие от установленных стандартом ГОСТ Р ИСО 9001–2015 «Системы менеджмента качества. Требования» заинтересованных сторон стандартизированная модель должна включать в себя тематических участников:

– передающая сторона (поставщики технологии) – носитель технологии, отвечающий за полноту знаний, критерии технологических шагов, историю разработки и валидации;

– принимающая сторона – организация, воспроизводящая процесс, отвечающая за квалификацию сотрудников, оснащенность инфраструктуры, адаптацию и воспроизводимость технологии в заданных допусках.

Для достижения успешной реализации трансфера технологий в организации помимо систематизированных уточненных терминов необходима разработка отраслевых требований, которые обеспечат единообразие, прозрачность, снижение рисков и повышение эффективности передачи знаний и инноваций. Стандартизированные требования обладают такими функциями, как унификация процессов, снижение юридических и коммерческих рисков, обеспечение совместимости и качества, ускорение коммерциализации новой продукции.

Начальным этапом в организации процесса передачи знаний и технологий является определение среды организации и требования к ней. В соответствии с национальным стандартом ГОСТ Р ИСО 9001–2015 «Системы менеджмента качества. Требования» и спецификой разрабатываемой стандартизированной модели требования к среде организации должны подразделяться на такие ключевые элементы, как:

4.1 Понимание организации и ее среды;

4.2 Понимание потребностей и ожиданий заинтересованных сторон;

4.3 Определение области применения системы менеджмента трансфера технологий;

4.4 Система менеджмента трансфера технологий и ее процессы.

Система менеджмента трансфера технологий должна включать четко определенную организационную структуру с распределением ролей и ответственности. Международный и национальный опыт показывает необходимость назначения ответственного руководства за процессы трансфера технологий и создания междисциплинарных проектных команд для реализации трансфера.

Заинтересованные стороны, включая передающую и принимающую стороны, должны иметь аналогичные возможности, при этом помещения и оборудование должны эксплуатироваться в соответствии с одинаковыми принципами работы. У принимающей стороны должен быть надлежащим образом подготовленный, квалифицированный персонал, прошедший обучение.

Качественное проведение процесса трансфера технологий напрямую зависит от четко установленных процессных требований:

1. Планирование трансфера технологий должно включать разработку плана трансфера с указанием целей, области применения, временных рамок, проведение анализа рисков и их оценки, а также определение критериев успешности трансфера, формирования технического задания на разработку новой технологии. Проработка каждого этапа позволяет руководству организации сформировать картину внедрения в производственный процесс новой технологии, тем самым определить недостающие компоненты, инфраструктурные единицы и компетенции работников.

Анализ рисков в контексте трансфера технологий должен носить системный характер и охватывать многоуровневую структуру специфических угроз, включая технологические, коммерческие, правовые и операционные аспекты. Эффективная система управления рисками трансфера технологий требует расширенной классификации и углубленного понимания взаимосвязей между различными категориями рисков.

Технологические риски представляют фундаментальную категорию и включают не только совместимость и зрелость технологий, но также риски масштабируемости, производительности и долговечности технологических решений. Критически важным

является оценка готовности технологии к промышленному внедрению, включая риски неудачной адаптации к производственным условиям и потенциальные технические сбои при масштабировании. Дополнительно необходимо учитывать риски технологического устаревания в условиях быстро развивающихся инноваций и возможность появления конкурирующих технологических решений.

Коммерческие и финансовые риски выходят за рамки простой окупаемости инвестиций и охватывают комплексные аспекты экономической эффективности. Ключевыми элементами являются рыночные риски, связанные с неопределенностью спроса, конкурентным давлением и изменением рыночных условий.

Правовые риски в области интеллектуальной собственности требуют многоаспектного подхода, включающего не только защиту ИС, но и комплексное соблюдение экспортного контроля и международных торговых ограничений.

Операционные риски адаптации к производственным процессам включают широкий спектр системных угроз, от рисков управления изменениями до рисков человеческого фактора. Критическими являются риски нарушения цепочек поставок, особенно при трансфере технологий, требующих специализированного сырья или компонентов.

2. Процесс реализации трансфера технологий предполагает обеспечение документированного подхода с использованием обученного персонала, проведение валидации процессов и методик, а также осуществление контроля качества продукции на всех этапах жизненного цикла.

3. Заключительным этапом является мониторинг улучшения разрабатываемой продукции, который включает непрерывный мониторинг критических параметров процесса, проведение регулярных аудитов систем менеджмента трансфера технологий и анализ эффективности с учетом внесения корректирующих действий.

Ключевым компонентом процесса является систематическая оценка достигнутых уровней зрелости и готовности технологии, позволяющая своевременно выявлять риски, отклонения и возможности для совершенствования функциональных или производственных характеристик продукции. Результаты мониторинга интегрируются в систему управления знаниями и используются для формирования рекомендаций по оптимизации последующих этапов жизненного цикла, включая обучение персонала, обновление протоколов передачи и совершенствование методов контроля качества.

Анализ эффективности процессов осуществляется как на основе количественных показателей соответствия критическим параметрам, так и с учетом экспертных оценок рисков и новых возможностей. Постоянная обратная связь между техническими специалистами, экспертами и руководителями обеспечивает комплексный подход к управлению инновациями, снижает вероятность системных ошибок и способствует устойчивому развитию производственных технологий, внедряемых в рамках трансфера.

Существенное требование к документации включает ведение паспортов технологий с указанием достигнутых уровней готовности, документирование всех изменений и отклонений в процессе трансфера, а также составление отчета о трансфере с заключением о его успешности.

Составленный в результате проведения процесса трансфера технологий отчет должен содержать заключение о квалификации принимающей стороны для воспроизведения каждой аналитической методики, необходимые поправки и любые отклонения от установленных процедур.

Организация должна обеспечить комплексную оценку внедряемой технологий. Основные положения критериев по достижению определенного уровня готовности технологии отражены в стандартах, разработанных Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии в рамках ТК 115 «Устойчивое развитие»:

– ГОСТ Р 71726–2024 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня готовности технологий (TRL)» определяет порядок трансфера технологий от формулирования концепции до демонстрации работы продукта в реальных условиях.

– ГОСТ Р 71727–2024 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня рыночной готовности (CRL)» устанавливает методику определения рыночной готовности технологии, оценивая различные показатели, влияющие на коммерческое и рыночное положение;

– ГОСТ Р 71728–2024 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня производственной готовности (MRL)» содержит в своей структуре шкалы, способные оценить производство технологии на требуемом уровне качества и объема;

– ГОСТ Р 71729–2024 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня инвестиционной готовности (IRL)» систематизирует подход к оценке готовности проектов к привлечению внешних инвестиций.

Систематизация упомянутых стандартизированных критериев позволяет оценивать текущее состояние технологии и принимать решение о дальнейших шагах. Комплексная оценка зрелости включает анализ критических элементов технологии, тестирование их функциональности, проработку масштабируемости производства.

Преимуществом при использовании унифицированных подходов является возможность объективного сравнения различных технологий, сокращение рисков коммерциализации и системный мониторинг затрат и сроков реализации.

Таким образом, в настоящей статье установлено, что эффективный трансфер технологий требует четкого определения базовых понятий, таких как «стандартизированная модель трансфера технологий» и «устойчивая система трансфера технологий», а также дополнения стандартизированных требований к процессам передачи знаний, управления интеллектуальной собственностью и обеспечения экологической, экономической и социальной устойчивости.

Предложенная концепция создает терминологический и методологический фундамент для разработки конкретных регламентов, процедур и систем оценки, что в конечном итоге способствует повышению прозрачности, управляемости и результативности инновационных процессов на уровне отдельных организаций и национальной экономики в целом.

Кроме того, на основе анализа современных теоретических подходов показано, что стандартизированная модель трансфера технологий должна представлять собой комплексную организационно-управленческую систему, интегрирующую требования международных и национальных стандартов, включая процедуры согласования интересов всех участников, формализацию процесса передачи результатов исследовательской деятельности, знание-менеджмент и контроль факторов риска. Устойчивая система трансфера технологий, в свою очередь, предполагает не только техническую и коммерческую адаптацию решений, но и реализацию стратегических механизмов долгосрочного взаимодействия донора и реципиента, поддержку инноваций на всех горизонтах развития отрасли, а также учет факторов среды и институциональных ограничений.

Показано, что реализация таких требований повышает воспроизводимость процессов, снижает транзакционные и операционные издержки, расширяет потенциал внедрения инновационных продуктов, а также способствует формированию сбалансированной инновационной экосистемы, открытой для межотраслевого и международного сотрудничества. Выделены перспективные направления дальнейшей научной разработки – формализация алгоритмов оценки эффективности трансфера технологий, углубление моделей взаимодействия субъектов и интеграция отечественного опыта в мировую практику инновационного менеджмента.

Список литературы

1. ГОСТ Р 57194.1–2016 Трансфер технологий. Общие положения.
2. Роль стандартизации в реализации политики импортозамещения / Ю.В. Будкин // «Стандарты и качество» – 2022 – № 10. – С. 46-48.
3. ГОСТ Р ИСО 9000:2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
4. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки / Л.И. Лопатников. – М.: Дело, 2003.

5. Перспективы повышения уровня экономической безопасности России / Д.В. Гордиенко // Национальные интересы. Приоритеты и безопасность. – 2010. – №15. – С. 33-44.

References

1. GOST R 57194.1-2016 Technology Transfer. General Provisions.
2. Budkin Yu.V. The Role of Standardization in Implementing Import Substitution Policy. Standards and Quality-2022. – № 10. – P. 46-48.
3. GOST R ISO 9000:2015 Quality Management Systems. Fundamentals and Vocabulary.
4. Lopatnikov L.I. Economic and Mathematical Dictionary: A Dictionary of Modern Economic Science. 2003.
5. Gordienko D.V. Prospects for Enhancing the Level of Russia's Economic Security. National Interests: Priorities and Security. – 2010. – №15. – P. 33–44.

Для цитирования
Ямашкин Ю.В., Корягина С.В. Роль искусственного интеллекта в цифровизации процессов системы менеджмента качества / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 498–504.

УДК 004.896

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Ямашкин Ю.В., *канд. экон. наук, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Россия, Саранск*
Корягина С.В., *ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Россия, Саранск*

Цифровая трансформация систем менеджмента качества требует от организаций использования новых инструментов анализа, прогнозирования и управления процессами. В данном вопросе искусственный интеллект (ИИ) становится ключевым элементом этой трансформации, обеспечивая повышение объективности и адаптивности управленческих решений. Применение ИИ на практике способствует обновлению традиционной системы менеджмента качества, ориентируя ее в большей мере на предиктивное управление и повышение устойчивости предприятий.

Ключевые слова: искусственный интеллект, система менеджмента качества, цифровизация, процессы, автоматизированная система управления.

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DIGITALIZING QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS

Yamashkin Yu.V., *PhD in Economics, Ogarev Mordovia State University, Russia, Saransk*
Koryagina S.V., *Ogarev Mordovia State University, Russia, Saransk*

The digital transformation of quality management systems requires organizations to use new tools for analysis, forecasting, and process management. In this context, artificial intelligence (AI) becomes a key element of this transformation, providing increased objectivity and adaptability in management decisions. The practical application of AI contributes to the renewal of traditional quality management systems, focusing more on predictive management and enhancing the resilience of enterprises.

Keywords: artificial intelligence, quality management system, digitalization, processes, automated management system.

В условиях стремительного развития технологий и перехода промышленности к цифровым форматам управления процессы обеспечения качества продукции и услуг требуют принципиально новых рационализаторских подходов. Цифровизация процессов системы менеджмента качества становится не просто трендом, а необходимым условием для поддержания конкурентоспособности и устойчивости бизнеса. В этих условиях особую актуальность приобретает использование искусственного интеллекта для совершенствования процессов систем менеджмента качества, поддерживая их гибкость, адаптивность и способность к обработке больших объемов данных в реальном времени.

Традиционные модели СМК, основанные на ручном анализе и периодических проверках, уже не в полной мере отвечают современным требованиям. Их ограничения проявляются в субъективности управленческих решений, низкой скорости реакции на отклонения и ограниченной аналитической поддержке. Для преодоления вышепоставленных проблем предприятиям необходимо использовать инструменты, способные обеспечивать углубленный анализ данных, прогнозировать возможные риски и оптимизировать процессы на основе объективных показателей.

Одним из ключевых драйверов таких преобразований выступает искусственный интеллект, поскольку его применение в процессах СМК открывает новые возможности для автоматизации контроля качества, предиктивного анализа дефектов, формирования интеллектуальных систем поддержки решений и повышения прозрачности процессов.

Тема актуальных подходов к применению искусственного интеллекта в системе менеджмента качества предприятий раскрывалась в работах многих отечественных авторов, таких как Мартыновская Л.Е., Кузнецов М.С., Калмыков С.В., Белова Е.Ю., а также многих других специалистов, работающих над исследованием данной темы. Во всех их работах прослеживается ключевая мысль, что применение технологий искусственного интеллекта в СМК предприятий приводит к повышению производительности и безопасности деятельности компании любого типа и масштаба. Такой подход необходим для автоматизации бизнес-процессов, снижения нагрузки на персонал, а также с целью уменьшения рисков финансовых потерь и увеличения прибыли в долгосрочной перспективе [1].

Цель статьи заключается в определении роли искусственного интеллекта в цифровизации процессов СМК, а также в выявлении преимуществ и ограничений подходов его внедрения в процессы системы менеджмента качества современного предприятия.

В представленной статье были проанализированы актуальные исследования по теме, произведен мониторинг публикаций, связанных с применением искусственного интеллекта в процессах системы менеджмента качества. С помощью наблюдения и метода экспертных оценок были выделены общие тенденции развития.

В рамках основной части исследования рассмотрим понятие искусственного интеллекта и какое он применение находит в современных реалиях. Искусственный интеллект (ИИ) представляет собой совокупность технологий общего назначения, демонстрируемых машинами, в частности компьютерными системами. На предприятиях ИИ находит применение в широком спектре задач и различных сферах деятельности (рис. 1).

Рис. 1. Сферы применения искусственного интеллекта на предприятиях

Система менеджмента качества по своей структуре состоит из четырех основных элементов:

1) организационная структура – для разработки, внедрения, поддержания и совершенствования СМК на предприятии формируется соответствующая организационная структура, которая, как правило, включает в себя руководителя организации, представителя

руководства по качеству, службу качества, а также ответственных представителей структурных подразделений;

2) ресурсы – все этапы формирования и развития СМК должны поддерживаться соответствующими ресурсами (человеческие, инфраструктура и производственная среда);

3) документация – придает системе менеджмента качества официальный статус через ее выполнение в систематической и последовательной форме. Документация СМК должна содержать в себе четкие требования к персоналу, быть доступной для всех сотрудников, облегчать согласованность действий в области качества и облегчать мониторинг и проведение проверок системы;

4) процессы СМК – совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, преобразующих входы в выходы [2].

Поскольку эффективность системы менеджмента качества во многом определяется степенью гибкости и прозрачности процессов, а также их взаимосвязью с общей стратегией предприятия, необходимо рассмотреть примерный перечень процессов, которые входят в СМК организации [3]:

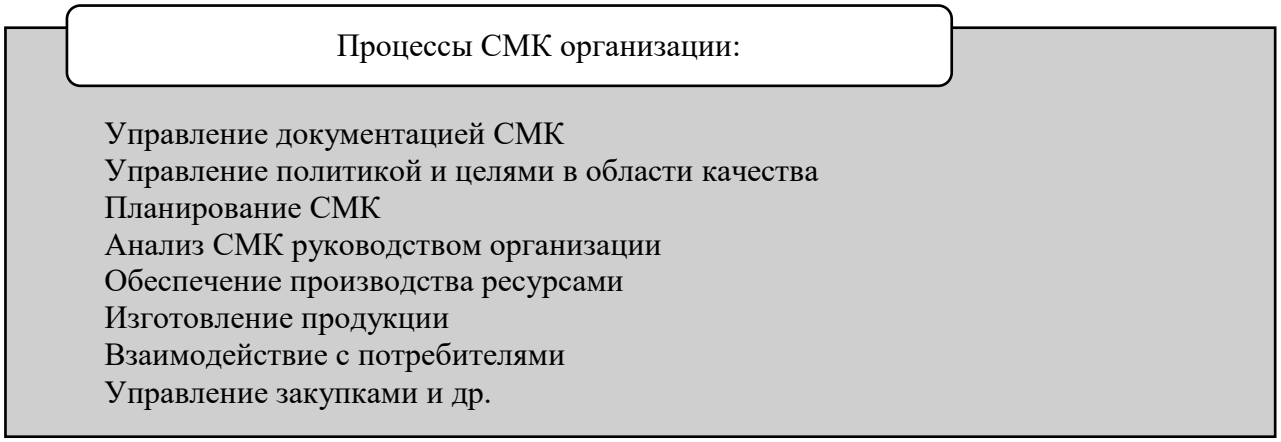


Рис. 2. Примерный перечень процессов СМК организации

Как было указано выше, использование искусственного интеллекта позволяет не только сократить влияние человеческого фактора, но и повысить точность анализа, оперативность принятия решений и предсказуемость результатов. В традиционной практике СМК анализ данных о качестве основывается на оценке результатов уже действующих и неизменяемых процессов, что приводит к позднему реагированию на возможный брак изделия или поломку оборудования. ИИ позволяет переходить от реактивного подхода к предиктивному, когда система заранее выявляет потенциальные риски и отклонения на основе анализа массивов данных.

Так, алгоритмы машинного обучения могут использоваться для обработки производственных показателей, связанных с качеством продукции (параметры оборудования, время цикла, температурные режимы, состав материалов, частота дефектов и многие другие) и на основе накопленных данных модели ИИ выстраивают прогнозы вероятности возникновения несоответствий, что позволяет своевременно корректировать технологические операции и снижать уровень брака при производстве [4].

Примером практической реализации вышеизложенного подхода может служить внедрение системы интеллектуального мониторинга производственных линий, в которых ИИ анализирует сигналы, поступающие с датчиков, и выявляет аномалии, указывающие на износ оборудования или отклонения от заданных параметров в режиме реального времени, что обеспечивает предупреждение дефектов до того, как они становятся заметны визуально или отражаются на выходной продукции.

Кроме того, алгоритмы анализа данных, реализуемые искусственным интеллектом, находят применение при приемке и обработке входного сырья: сравнивают характеристику поступивших материалов с показателями качества сырья, тем самым повышая эффективность отбора необходимых комплектующих, а также оценивая поставщиков, поставляющих данную продукцию.

В сфере внутреннего аудита и оценки рисков искусственный интеллект позволяет выявлять скрытые взаимосвязи между процессами и определять зоны повышенной вероятности несоответствий. Процедура внутреннего аудита зачастую носит выборочный характер, а результат работы опирается на экспертные оценки, что в некотором роде ограничивает полноту проведенного анализа. Использование ИИ позволяет проводить сплошной анализ данных, по процессам, в которых существуют определенные границы допуска или критические точки. Благодаря способности ИИ анализировать большие объемы данных (журналов, результатов контроля, отчетов по несоответствиям или рекламациям), система может формировать профиль рисков, определяя процессы, наиболее подверженные отклонениям от установленных требований стандартов.

Таким образом, мы можем выявить отличительные преимущества от использования искусственного интеллекта в процессах СМК (рис. 3).

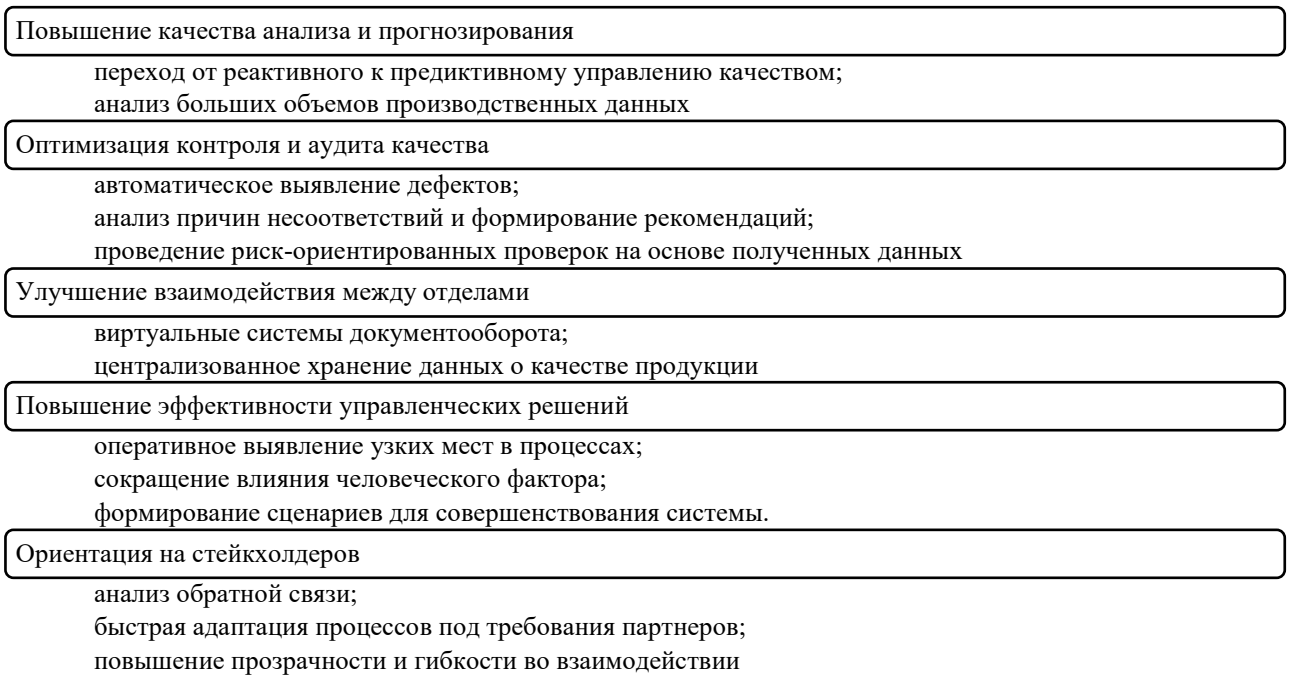


Рис. 3. Преимущества использования искусственного интеллекта в процессах системы менеджмента качества [5]

Цифровизация процессов системы менеджмента качества через внедрение технологии искусственного интеллекта требует от организации подхода, обеспечивающего постепенную интеграцию решений, снижение рисков и повышение эффективности использования ресурсов. На каждом этапе внедрения ИИ в практику предприятия должны быть определены задачи, цели, инструменты и основные результаты, формирующие основу для успешного внедрения новой технологии. В табл. 1 представлены примерные этапы и основные действия по внедрению искусственного интеллекта в процессы системы менеджмента качества.

Таблица 1

Примерные этапы внедрения искусственного интеллекта в СМК

Этап	Цель	Основные действия	Результаты
1. Начальная диагностика	Определение готовности СМК к внедрению ИИ и выявление областей, где его применение будет наиболее эффективным	Оценка зрелости СМК и уровня цифровизации процессов, анализ доступных данных и ИТ-инфраструктуры	Матрица зрелости СМК, определение текущих сильных и слабых сторон
2. Тестирование новой системы	Проверка эффективности внедренных инструментов на ограниченном участке	Выбор тестируемого процесса, настройка системы и оценка корректности работы	Подтверждение целесообразности внедрения новых инструментов и определение ожидаемого экономического и управленческого эффекта
3. Масштабирование	Распространение внедренной системы на необходимые участки производства	Интеграция искусственного интеллекта в общую систему документооборота	Снижение ошибок и затрат на производственных линиях
4. Постоянный контроль	Мониторинг результатов внедрения и корректировка системы в соответствии с динамикой процессов	Разработка KPI для оценки эффективности системы, регулярный аудит работы алгоритмов	Повышение точности прогнозов, оптимизация процессов и поддержания системы в актуальном состоянии

Несмотря на значительные преимущества применения искусственного интеллекта в процессах СМК организации, его внедрение сопровождается рядом рисков, требующих от организации осознанного управления ситуацией (табл. 2). Их своевременное выявление и профилактика позволяют обеспечить устойчивость и надежность функционирования СМК в условиях цифровой трансформации.

Таблица 2

Потенциальные риски применения искусственного интеллекта в процессах СМК

Потенциальный риск	Описание	Возможности снижения влияния
Недостоверность исходных данных	Неполнота или несогласованность данных приводят к искажению результатов прогноза	Внедрение процедур валидации данных и регулярная калибровка алгоритмов
Отсутствие квалифицированных специалистов	Недостаточная компетентность персонала в области внедрения искусственного интеллекта	Организация программ обучения и повышения цифровой грамотности
Нарушение конфиденциальности данных	Обработка больших объемов данных может привести к утечкам или киберугрозам	Использование шифрования, ограничение доступа к данным, соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 27001–2021 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы

		менеджмента информационной безопасности. Требования»
Непрозрачность принимаемых ИИ решений	Алгоритмы ИИ усложняют понимание логики принятия решений	Ведение журналов принимаемых решений, участие экспертов в принятии решений
Несоответствие нормативным требованиям	Отсутствие единых стандартов применения и регулирования работы искусственного интеллекта	Ориентация на требования национальных и международных стандартов, создание внутренних регламентов

Для эффективного обслуживания систем ИИ необходимо опираться на нормативно-правовую базу и действующие стандарты в данной области (табл. 3), поскольку стандартизация позволяет обеспечивать единый подход к регулированию систем ИИ, прозрачность процессов СМК и совместимость решений на всех уровнях.

Таблица 3

Стандарты по применению искусственного интеллекта в организации

Стандарт	Дата введения	Область применения
ГОСТ Р 24668–2022 «Информационные технологии. Искусственный интеллект. Структура управления процессами для анализа больших данных (ИСО/МЭК 24668:2022)»	2023–01–01	Стандарт устанавливает основы управления процессами аналитики больших данных. Он определяет структуру, обеспечивающую эффективное использование возможностей аналитики.
ПНСТ 776–2022 «Информационные технологии. Интеллект искусственный. Управление рисками»	2023–01–01	Стандарт содержит рекомендации по управлению рисками, возникающими при разработке и применении систем искусственного интеллекта.
ГОСТ Р 59276–2020 «Системы искусственного интеллекта. Способы обеспечения доверия. Общие положения»	2021–03–01	Настоящий стандарт направлен на обеспечение доверия к системам искусственного интеллекта со стороны стейкхолдеров через подтверждение их качества. В нем определены ключевые характеристики ИИ систем.
ГОСТ Р 59898–2021 «Оценка качества систем искусственного интеллекта. Общие положения»	2022–03–01	Стандарт устанавливает общие требования к оценке качества систем искусственного интеллекта, включая определение ключевых характеристик, критериев и метрик, необходимых для подтверждения надежности, безопасности и функциональности систем.
ГОСТ Р 59925–2021 «Информационные технологии. Большие данные. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению»	2022–03–01	Стандарт определяет требования к разработке, содержанию и утверждению технических заданий при работе с большими данными, включая их применение в государственных и муниципальных закупках.
ГОСТ Р ИСО/МЭК 42001–2024 «Искусственный интеллект. Система менеджмента»	2025–01–01	Стандарт устанавливает требования и рекомендации по созданию, внедрению и поддержанию системы менеджмента искусственного интеллекта в организациях и предназначен для предприятий, разрабатывающих или использующих ИИ в своих продуктах или услугах.

Таким образом, в современном мире искусственный интеллект становится не просто технологическим инструментом, а стратегическим фактором развития системы менеджмента качества. Его эффективное применение обеспечивает предприятиям переход к модели интеллектуального управления, в которой качество выступает не статичным показателем, а динамическим процессом, основанным на объективных данных, гибкости и постоянном совершенствовании.

Список литературы

1. Кузнецов М.С., Калмыкова С.В. Искусственный интеллект в управлении качеством // НПЖ «Диалог». – 2024. – № 3 (29). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-upravlenii-kachestvom (дата обращения: 22.09.2025).
2. ГОСТ Р ИСО 9000–2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь: Национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2015 г. № 1390-ст: введен впервые: дата введения 2015–01–11 / подготовлен Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно–исследовательский институт сертификации». – Москва: Стандартинформ, 2015. – 53 с.
3. Вдовин С. М. Система менеджмента качества организации: учеб. пособие / С.М. Вдовин, Т.А. Салимова, Л.И. Бирюкова. – Москва: ИНФРА М, 2011. – 312 с. – ISBN 978-5-7103-2347-2. – Текст: непосредственный.
4. Белова Е.Ю., Шевченко М.О. Трансформация систем менеджмента предприятий в контексте цифровизации // E-Management. – 2023. – Т. 6, № 1. – С. 17–28.
5. Наталья В.Б., Владимир Р.Б. Применение систем искусственного интеллекта для достижения целей устойчивого развития // Вестник РЭА им. Г.В. Плеханова. – 2023. – №6. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-sistem-iskusstvennogo-intellekta-dlya-dostizheniya-tseley-ustoychivogo-razvitiya (дата обращения: 20.09.2025).

References

1. Kuznetsov M.S., Kalmykova S.V. Artificial intelligence in quality management. NPJ "Dialog". 2024. №3 (29). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-upravlenii-kachestvom (date of request: 09/22/2025).
2. GOST R ISO 9000-2015. Quality management systems. Main provisions and vocabulary : national standard of the Russian Federation : official publication : approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated September 28, 2015 No. 1390-st : introduced for the first time : date of introduction 2015-01-11 / prepared by Open Joint Stock Company "All–Russian Scientific Research Institute of Certification". Moscow: Standartinform, 2015. 53 p.
3. Vdovin S. M. The organization's quality management system: textbook. manual / S.M. Vdovin, T.A. Salimova, L.I. Biryukova. Moscow: INFRA M, 2011. 312 p. – ISBN 978-5-7103-2347-2.
4. Belova E.Yu., Shevchenko M.O. Transformation of enterprise management systems in the context of digitalization // E-Management. 2023. Vol. 6, No. 1. pp. 17–28.
5. Natalia V.B., Vladimir R.B. Application of artificial intelligence systems to achieve sustainable development goals // Bulletin of the REA named after G.V. Plekhanov. 2023. No. 6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-sistem-iskusstvennogo-intellekta-dlya-dostizheniya-tseley-ustoychivogo-razvitiya (date of request: 09/20/2025).

Для цитирования:
Бурый А.С., Костылева К.В. Анализ требований к цифровым платформам информационно-издательских систем / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 505–512.

УДК: 004.91+004.031.42

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ЦИФРОВЫМ ПЛАТФОРМАМ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКИХ СИСТЕМ

Бурый А.С., *д-р техн. наук, ФГБУ «Институт стандартизации», Россия, г. Москва,*
Костылева К.В.*, аспирант, ФГБУ «Институт стандартизации», Россия, г. Москва*

Рассматривается роль открытой науки и ее направлений для развития при разработке концепции цифровых платформ. С целью анализа основных факторов, влияющих на разработку экосистем в формате цифровых платформ, как источников создания реальной ценности для общества, обосновываются: требования к информационно-издательской системе (ИИС) электронного научного журнала; состав и назначение основных элементов ИИС; структурно-логическая последовательность взаимодействия участников издательского процесса, обеспечивающая информационную поддержку и высокий качественный уровень подготовки научных публикаций.

Ключевые слова: цифровое пространство научных знаний, открытая наука, открытый доступ, интеграция электронных ресурсов, издательская система, цифровая инфраструктура электронного научного журнала.

ANALYSIS OF REQUIREMENTS FOR DIGITAL PLATFORMS OF INFORMATION AND PUBLISHING SYSTEMS

Buryi A.S., *Doctor of Science in Technology, Russian Standardization Institute, Moscow*
Kostyleva K.V., *graduate student, Russian Standardization Institute, Moscow*

The role of open science and its development directions in the development of the concept of digital platforms is considered. In order to analyze the main factors influencing the development of ecosystems in the format of digital platforms as sources of creating real value for society, the following are substantiated: requirements for the information and publishing system (IPS) of an electronic scientific journal; the composition and purpose of the main elements of the IPS; the structural and logical sequence of interaction between participants in the publishing process, providing information support and high quality the level of preparation of scientific publications.

Keywords: digital space of scientific knowledge, open science, open access, integration of electronic resources, publishing system, digital infrastructure of an electronic scientific journal.

Введение

В современном цифровом мире электронные издания даже при наличии у них бумажных версий являются главным источником научной информации. При этом для читателей важно оперативное получение и широкое распространение информации, а для издателей актуально сокращение расходов на распространение, оперативное тиражирование и автоматизацию издательского процесса [1]. Информационно-издательские системы (ИИС) обеспечивают сбор и подготовку научных документов для издания, также включая набор сервисов, направленных на автоматизацию ряда этапов издательского процесса.

Синергетика как наука о самоорганизации представляет научные коммуникации как самоорганизующиеся системы формирования знаний, которые, в свою очередь, порождают

новые структуры [2] (например, новые научные теории или методы, научные школы, междисциплинарные области исследований). В науке совместная деятельность и информационное взаимодействие могут давать эффект, превосходящий простую сумму вкладов отдельных ученых. Примером коммуникативной и креативной функций науки выступает информационное взаимодействие, проявляющееся в системах научного цитирования [3].

Парадигма открытой науки обеспечивает доступ к научным знаниям широких кругов исследователей, ориентируя заинтересованных лиц не только на свободное знакомство с публикациями, но и на участие в планировании, обсуждении, экспертизе научных проектов [4].

Открытый доступ к источникам информации в интернет-среде [5]; возможность формирования виртуального научного пространства для совместных исследований (сотрудничество, научные коллективы и пр.); развитие цифровой научной инфраструктуры (электронные библиотеки, научные издательства и журналы, архивы, институциональные репозитории); системы идентификации авторов и объектов интеллектуальной собственности (ResearcherID, ORCID, SPIN-код РИНЦ, DOI, МКИ); использование облачных технологий, мобильных устройств и приложений составляют сегодня базовые направления в развитии научных коммуникаций [6]. Скорость распространения и простота хранения цифровой периодики объективно способствуют снижению издержек как в области межличностной коммуникации (автор ↔ читатель, читатель ↔ читатель), так и в области доступа к актуальной научной информации, к ресурсам научной периодики [7] (ученые имеют существенно больше возможностей для поиска релевантных текстов) [8].

Цифровые платформы (ЦП) являются сложным объектом исследования из-за их распределенного характера и взаимосвязи с институтами, рынками и технологиями. Новые исследовательские задачи возникают в результате экспоненциального роста масштабов инноваций в области платформ, усложнения архитектуры платформ и распространения цифровых платформ во многих отраслях промышленности.

ЦП электронного научного журнала (ЭНЖ) должна обеспечивать работу системы сервисов для авторов и читателей издания, а также редакторов, рецензентов на этапах подготовки и публикации материалов статей [9].

Цель исследования – анализ основных факторов для разработки экосистем цифровых платформ как источника создания реальной ценности для общества в контексте формирования требований к информационно-издательской системе электронного научного журнала для структуризации составных элементов системы, обеспечивающих информационную поддержку в подготовке качественных научных публикаций.

Открытые данные в среде научных исследований

Открытые данные, представляющие собой результаты научных исследований, размещаемые в сети «Интернет» в формате, допускающем автоматизированную обработку, без юридических или финансовых ограничений.

Современную открытую науку можно представить в виде отдельной экосистемы, включающей открытые научные знания, инфраструктуру, обеспечивающую связь с другими системами знаний, а также непосредственно с самими исследователями [10, 11]. В научной периодике термин «экосистема» трактуется в трех семантических кластерах: бизнес экосистемы; инновационные экосистемы; цифровые экосистемы [11]. В данной работе понятие экосистемы рассматривается в контексте цифровой трансформации применительно к цифровой среде в рамках ИИС. В соответствии с нормами и принципами открытой науки, а также существующей практикой, научные достижения рассматриваются как собственность всего научного сообщества, что предполагает безоговорочное согласие участников научного процесса безвозмездно и свободно делиться знаниями и ресурсами друг с другом.

Открытость науки как источника распространения знаний реализуется по следующим направлениям [4, 5]:

− в предоставлении возможности доступа к научным проектам как на этапе разработки, так и на этапе распространения знания, включая мультидисциплинарные исследования;

− в обеспечении широкого доступа к научным публикациям на бесплатной основе как для авторов, так и для читателей [12];

− в развитии открытых образовательных ресурсов, ориентированных на получение специальных научных знаний и изучение методологии и этики научных исследований;

− в формировании открытой и доступной инфраструктуры для научных исследований и осуществления возможности открытого доступа к научно-техническим библиотечным базам и банкам данных.

К основным факторам (критериям) открытой науки обычно относят[1]:

- *эффективность* или ориентацию исследований на социальную пользу, принятую в предметной области исследования, оценивая данные (результаты эксперимента), например, информационных технологий;
- *прозрачность* открытых данных, которая включает такие свойства данных, как доступность, понятность, доверие, контроль данных (при управлении и обеспечении безопасности данных);
- *целостность* данных, включающую такие аспекты, как точность, полнота, неизменность (при хранении или передаче), непротиворечивость, согласованность и др.

По сути, система просвещения заинтересованной аудитории научной информацией в Российской Федерации недостаточно развита [13]. Полноценным агрегатором научных публикаций, предоставляющим возможности их использования и правильного (по ГОСТу) оформления библиографических ссылок, является платформа *elibrary.ru*. Для каждого издания можно проверить, входит ли оно в перечень ВАК России и его категорию в данном перечне, рейтинг в Science Index и другую статистику. Зарегистрированные пользователи получают бесплатный доступ к текстам более чем восьми тысяч научных журналов с полными или частичными текстами статей. Для последнего случая предусмотрена возможность приобретения необходимого материала за плату или скачивания, например, на ресурсах издательства. В последнее время набирает популярность *Электронная библиотечная система* издательства «Наука» (*libnauka.ru*), где наиболее полно представлены академические журналы, наиболее престижные для публикации соискателями при подготовке диссертаций докторского уровня.

Многие интернет-ресурсы, которые начинали с почтовых сервисов, постепенно преобразовались в универсальные веб-порталы. Например, сегодня *Google*, кроме поисковых задач, предоставляет спектр сервисов совместной работы и разрабатывает собственную операционную систему. Аналогичная ситуация характерна для научного сообщества: ведущие научные библиотеки осваивают новые функции, связанные с оцифровкой бумажного фонда и хранением электронной информации, интеграцией электронных ресурсов и обеспечением эффективной навигации в них; участвуют в формировании системы научных коммуникаций, используя сетевую инфраструктуру [9].

Исследователи с осторожностью относятся к использованию инструментов научной коммуникации, не прошедших экспертную оценку из-за их низкого качества и надежности. Тем не менее членство в академических социальных сетях (например, Academia, Mendeley, ResearchGate) быстро растет. Подобные ресурсы выступают как своего рода ЦП для эффективного управления исследовательскими данными в целях поддержки открытой исследовательской деятельности. Для исследователей – это и способ повышения значимости полученных результатов, возможности дополнительной экспертной оценки своих результатов в научной среде.

В таблице представлена сравнительная характеристика наиболее популярных и востребованных авторами публикаций сетевых информационных ресурсов [12].

[1] Памплона Ф. Что такое открытая наука и почему она важна для исследований. – Режим доступа: https://mindthegraph.com/blog/ru/что-такое-открытая-наука/ (Дата обращения: 03.09.2025).

Различные типы аналитических методов с примерами

Название сети	Краткая характеристика сети	Возможности
ResearchGate	Образована в 2007 году. По состоянию на 2024 год в ней зарегистрировались более 25 миллионов исследователей из более чем 190 стран	Позволяет исследователям создавать профили, загружать научные работы и делиться ими; участвовать в дискуссиях с коллегами; отслеживать влияние своих исследований. На платформе есть объявления о вакансиях из различных источников, что позволяет исследователям искать возможности трудоустройства
Academia.edu	Академическая социальная сеть для научных исследователей, запущенная в 2008 году венчурным предпринимателем Ричардом Прайсом. В ней зарегистрировано более 290 миллионов пользователей, загружено более 55 млн статей	Ресурс поддерживает открытую науку. Веб-сайт позволяет своим пользователям создавать профиль, загружать свои работы, выбирать области интересов, а также просматривать сети людей с похожими интересами. Целенаправленное распространение загруженных материалов в данный ресурс значительно повышает узнаваемость публикаций, что увеличивает охват и влияние исследований автора. Представляет интерес для рецензентов, редакторов и читателей
Mendeley	Это сервис, предназначенный для управления личными библиографическими данными и эффективной работы над научными трудами. На сегодня в системе зарегистрировано больше 3 млн исследователей, опубликовавших свыше 400 млн авторских статей	Платформа позволяет выполнять задачи по: – сбору научных материалов и хранению собственной электронной библиотеки; – загрузке с любого гаджета, находящегося в сети; – созданию групп с единомышленниками и выполнению коллективных проектов; – формированию ссылок и списков литературы при помощи одного из встроенных стилей или создав свой стиль; – созданию личного профиля в интернете, чтобы делиться результатами исследований с другими учеными

Открытый доступ расширяет использование научных материалов, особенно когда все участники процесса (автор, эксперты, издательства) активно выстраивают коммуникации до и после публикации. Институциональные хранилища, архивы, электронные библиотеки в настоящее время являются неотъемлемыми компонентами таких коммуникаций, повышая доступность инновационных знаний для своих пользователей. Научные социальные сети становятся еще одним важным игроком в научной издательской деятельности, подчеркивая важность результатов научных исследований, оказывают влияние на общество и добавляют новое измерение во всестороннюю оценку воздействия, основанную на цитировании. Как руководители исследований, так и издатели должны признать использование открытого доступа с его постоянно увеличивающимся числом компонентов (рис. 1) [14]. Это платформы научных социальных сетей, облачные ресурсы в составе облачных вычислений и облачных хранилищ, разнообразных данных, которые по потенциалу представленных знаний призваны обеспечивать выявление новых научных знаний. С учетом меняющихся стандартов издателям открытого доступа рекомендуется предоставлять больше прав своим авторам и рецензентам. Авторы, которые публично делятся и повторно используют свои статьи, публикуемые в исследовательских и образовательных целях, повышают их популярность в Интернете и делают честь их издателям. Рецензенты, которые публикуют комментарии на специализированных ЦП, повышают прозрачность своих материалов и тем самым повышают качество ЭНЖ. Каналы социальных сетей также все чаще используются для продвижения статей и комментариев рецензентов, находящихся в свободном доступе, что позволяет своевременно выявлять как ценные, так и некачественные материалы.

Рис. 1. Основные компоненты открытого доступа к данным

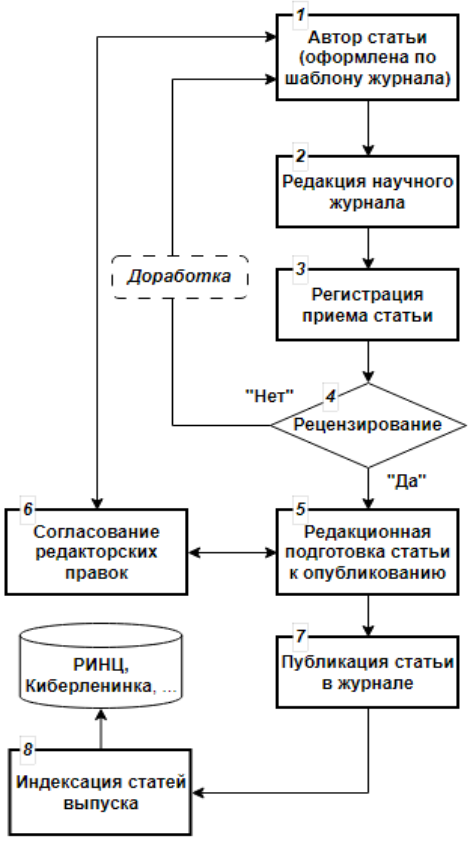


Рис. 2. Структура издательского процесса в ИИС

Информационно-издательская система в формате цифровой платформы

Функциональность современных информационных систем управления электронными научными журналами должна быть представлена рядом основных и опциональных сервисов. К основным относят функции, регулирующие процесс рецензирования и обеспечивающие коллективное редактирование электронных документов. Не менее важны такие редакционные сервисы, как классификация, выделение метаданных, публикация, долгосрочное хранение, конвертирование в различные форматы и распространение, статистика использования, объединение в коллекцию, контроль доступа, подписка, рассылка уведомлений.

Публикация номера целиком и постатейно в открытом либо закрытом доступе, а также присвоение материалам номеров всех необходимых идентификаторов, прежде всего DOI (Digital Object Identifier) и EDN (eLIBRARY Document Number), на этапе создания цифровой версии и ее последующей публикации – в этом как раз и проявляются специфически значимые черты ЭНЖ/цифрового издания. Здесь важно то, что на этапе публикации журнал, во-первых, насыщается метаданными и активными ссылками (что упрощает его индексацию в поисковых системах и позволяет всем заинтересованным лицам проверить источники в том или ином журнальном тексте), а во-вторых, размещение материалов журнала в базах данных обеспечивает его видимость для всех желающих пользователей. При этом статьи могут иметь отложенный эффект, т. е. стать востребованными далеко не сразу после публикации, и базы данных существенно облегчают возникновение такого эффекта, сохраняя тексты на неопределенно долгое время [8].

На рис. 2 приведены основные этапы издательского процесса, который включает подготовку статьи автором, отправку статьи на регистрацию в журнал, рецензирование статьи, доработку статьи с учетом замечаний рецензентов, редакционную подготовку статьи к публикации, публикацию, индексацию и передачу статьи в архив [1].

Функционал сервисов для авторов статей включает:

– отображение списка статей, близких по тематике;

– персональные рекомендации статей автору на основе данных его профиля, а также на основе научных интересов других исследователей, которые имеют профили, близкие с профилем автора;

– проверка и рекомендация для статьи корректного кода УДК;

– построение списка актуальных конференций и научных журналов в области исследований автора статьи;

– рекомендации начинающим исследователям по написанию статей (в виде методических материалов, шаблонов).

Функционал сервисов для редакторов научных журналов включает:

– проверку структуры статьи на соответствие шаблону журнала;

– автоматизированный подбор рецензентов;

– подготовку метаданных статьи.

Коммуникационная подсистема ИИС в составе ЦП обеспечивает взаимодействие авторов с редакцией. Основные задачи/компоненты этой системы должны включать:

– форму (шаблон) для представления рукописи авторами;

– первоначальное редакционное задание (редактор просматривает рукопись на предмет формального соответствия шаблону); если рукопись признана подходящей для публикации, ее направляют рецензентам по соответствующему профилю; закрепление рецензентов за определенными научными направлениями ЭНЖ заранее известно;

– задание для рецензентов в вариантах: рассмотреть рукопись и дать рекомендации относительно принятия или отклонения рукописи; при положительном решении – просьба предоставить конструктивный отзыв о том, как улучшить статью (при отклонении статьи, рецензента просят предоставить конструктивный отзыв о том, каким критериям научной статьи она не удовлетворяет).

– второе редакторское задание: после завершения рецензирования редактор связывается с автором и предоставляет подробную информацию о принятом решении о публикации.

Заключение

Современные ИИС не ограничиваются сервисами удаленного представления, обработки статей авторов для окончательной публикации, а обеспечивают доступ к сформированному контенту и расширенный поиск (по автору, названию статьи, ключевым словам и др.) в электронных архивах издательства. Таким образом, ИИС обеспечивают функциональные возможности, присущие электронным библиотекам, только в меньшем масштабе, а также отражают наукометрические показатели как научного издания, так и отдельной публикации в нем, демонстрируя авторам наиболее читаемые статьи, т.е. те научные направления, которые, судя по отзывам, по показателям цитируемости, вызывают интерес специалистов. При этом наряду с наукометрическими показателями (импакт-фактор, *h*-индекс) на многих ЦП применяются показатели альтметрии (количество прочтений, скачиваний, полученных отзывов, включений в «закладки» читателей и др.), что также демонстрирует влияние публикаций на формирование и расширение знаний в научной среде.

Электронные научные журналы вносят существенный вклад в распространение научного знания, позволяя бесплатно копировать и распространять собственные статьи – разумеется, в рамках определенных юридических режимов (таких, как, например, лицензия Creative Commons).

Скорость распространения, легкость копирования и простота хранения цифровой периодики объективно способствуют снижению издержек как в области межличностной коммуникации, так и в области доступа к актуальной научной информации для поиска релевантных материалов на ресурсах информационной среды.

Список литературы

1. Невзорова О.А., Николаев К.С. Научные издательские сервисы на платформе Lobachevskii-DML // Электронные библиотеки. 2022. Т. 25, №1. С. 42–63. https://doi.org/10.26907/1562-5419-2022-25-1-42-63.
2. Бурый А.С., Костылева К.В. Философия науки: взгляд сквозь призму когнитивности // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 1(82). С. 63–69. https://doi.org/10.24412/2311-1348-2025-1-63-69
3. Бурый А.С. Балванович А.В. Научные коммуникации как распределенные информационные структуры // Правовая информатика. 2020. № 2. С. 17–27. https://doi.org/10.21681/1994-1404-2020-2-17-27.
4. Сокольчик В.Н. Открытая наука как новая парадигма научных исследований: проблемы и перспективы (на примере биомедицинских исследований) // Труды БГТУ. Сер. 6. История, философия. 2023. № 1(269). С. 163–169. https://doi.org/10.52065/2520-6885-2023-269-1-30
5. Бурый А.С., Ловцов Д.А. Открытая наука как движущая сила информационного общества // Правовая информатика. 2024. № 3. С. 4–12. https://doi.org/10.24682/1994-1404-2024-3-4-12
6. Галявиева М.С. Научные библиотеки в информационном сопровождении и поддержке научных исследований: основные тенденции // Труды ГПНТБ СО РАН. 2017. № 12-1. С. 221–227.
7. Бурый А.С., Костылева К.В. Обзор литературы предметной области в формате научного результата // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 3 (78). С. 67–75.
8. Семенов Е.В., Соколов Д.В., Гайдин Б.Н. Цифровая трансформация научных коммуникаций: научный журнал в формате электронного издания // Управление наукой: теория и практика. 2022. Т. 4, № 2. С. 210–232. https://doi.org/10.19181/smtp.2022.4.2.18.
9. Елизаров А. М., Зуев Д.С., Липачев Е.К. Управление жизненным циклом электронных публикаций в информационной системе научного журнала // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2014. № 4. С. 81–88.
10. Рыхторова А.Е. Продвижение открытой науки библиотеками на примере ГПНТБ СО РАН (начальный этап) // Научные и технические библиотеки. 2023. № 7. С. 82–101. https://doi.org/10.33186/1027-3689-2023-7-82-101
11. Неборский Е.В. Цифровая экосистема как средство цифровой трансформации университета // Мир науки. Педагогика и психология, 2021. Т. 9, № 4. С. 2.
12. Kim S., Chung E., Lee J.Y. Latest trends in innovative global scholarly journal publication and distribution platforms // Science Editing. 2018. Т. 5, №. 2. – С. 100-112. DOI: https://doi.org/10.6087/kcse.133Science Editing 2018;5(2):100–112.
13. Москалева О.В., Акоев М.А. Прогноз развития российских журналов: издательства // Наука и научная информация. 2020; 3(2-3): 131–154. https://doi.org/10.24108/2658-3143-2020-3-2-3-131-154
14. Gasparyan A.Y., Yessirkepov M., Voronov A.A., et al. Comprehensive approach to open access publishing: platforms and tools // Journal of Korean Medical Science. 2019; 34(27): e184. https://doi.org/10.3346/jkms.2019.34.e184

References

1. Nevzorova O.A., Nikolaev K.S. Nauchnye izdatel'skie servisy na platforme Lobachevskii-DML // Elektronnye biblioteki. 2022;25(1):42–63. (In Russian). https://doi.org/10.26907/1562-5419-2022-25-1-42-63
2. Buryi A.S., Kostyleva K.V. Filosofiya nauki: vzglyad skvoz' prizmu kognitivnosti. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 1(78):63–69. (In Russian). https://doi.org/10.24412/2311-1348-2025-1-63-69
3. Buryi A.S. Balvanovich A.V. Nauchnye kommunikacii kak raspredelennye informacionnye struktury. Legal Informanics. 2020; 2:17–27. (In Russin). https://doi.org/10.21681/1994-1404-2020-2-17-27
4. Sokolchik V.N. Open science as a new paradigm of scientific research: problems and perspectives (based on biomedical reserch). Proceedings of BSTU, issue 6, History, Philosophy. 2023; 1(269):163–169. (In Russian). https://doi.org/10.52065/2520-6885-2023-269-1-30
5. Buryi A.S., Lovtsov D.A. Otkrytaya nauka kak dvizhushchaya sila informacionnogo obshchestva. Legal Informanics. 2024; 3:4–12. (In Russin). https://doi.org/10.24682/1994-1404-2024-3-4-12
6. Galyavieva M.S. Nauchnye biblioteki v informacionnom soprovozhdenii i podderzhke nauchnyh issledovanij: osnovnye tendencii. Trudy GPNTB SO RAN. 2017;12-1:221–227. (In Russian).
7. Buryi A.S., Kostyleva K.V. Literature Review of the Subject Area in the Format of a Scientific Result. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation, 2024;3(78):67–75. (In Russian).
8. Semenov E.V., Sokolov D.V., Gajdin B.N. Cifrovaya transformaciya nauchnyh kommunikacij: nauchnyj zhurnal v formate elektronnogo izdaniya. Science Management: Theory and Practice. 2022;4(2):210–232. (In Russin). https://doi.org/10.19181/smtp.2022.4.2.18
9. Elizarov A.M., Zuev D.S., Lipachev E.K. Upravlenie zhiznennym ciklom elektronnyh publikacij v informacionnoj sisteme nauchnogo zhurnala. Proceedings of Voronezh State University. Series: Systems Analysis and Information Technologies. 2014; 4:81–88. (In Russin).
10. Rykhtorova A. E. Promoting open science in the libraries: The case study of RAS SB SPLST (the initial stage). Scientific and technical libraries. 2023;7:82–101. (In Russin). https://doi.org/10.33186/1027-3689-2023-7-82-101

11. Neborsky E.V. Cifrovaya ekosistema kak sredstvo cifrovoj transformacii universiteta. World of Science. Pedagogy and psychology. 2021;9(4):2. (In Russin). https://doi.org/10.15862/02PDMN421
12. Kim S., Chung E., Lee J.Y. Latest trends in innovative global scholarly journal publication and distribution platforms. Science Editing. 2018;5(2):100–112. https://doi.org/10.6087/kcse.133
13. Moskaleva O.V., Akoev M.A. Forecast of the Development of Russian Scientific Journals: The Publishers. Scholarly Research and Information. 2020;3(2-3):131–154. (In Russian). https://doi.org/10.24108/2658-3143-2020-3-2-3-131-154
14. Gasparyan A.Y., Yessirkepov M., Voronov A.A., et al. Comprehensive approach to open access publishing: platforms and tools. Journal of Korean Medical Science. 2019;34(27): e184. https://doi.org/10.3346/ jkms.2019.34.e184

Для цитирования
Бурый А.С., Усцелемов В.Н. Гибридная модельная аналитика безопасных информационных технологий / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 513–520.

УДК 004.8+004.056

ГИБРИДНАЯ МОДЕЛЬНАЯ АНАЛИТИКА БЕЗОПАСНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Бурый А.С., *д-р техн. наук, ФГБУ «Институт стандартизации», Россия, г. Москва,*
Усцелемов В.Н.*, аспирант, ФГБУ «Институт стандартизации», Россия, г. Москва*

Современные исследователи нередко сталкиваются с проблемой, когда модели, методы и алгоритмы, разработанные в недавнем прошлом, становятся совершенно беспомощными при обработке больших и разнотипных данных. Требуется переход от традиционной аналитики данных к аналитике больших данных, нацеленной на раскрытие потенциальных ценностей данных – новых знаний, повышающих в том числе и безопасность существующих информационных технологий. Целью работы является рассмотрение инструментария методов предиктивной аналитики в обеспечении безопасности информационных технологий, ориентированных на поддержку принятия решений на основе структуризации гибридных информационно–аналитических моделей.

Ключевые слова: гибридные модели, интеллектуальный анализ данных, предиктивная аналитика, безопасность информационных технологий, системы поддержки принятия решений.

HYBRID MODEL ANALYTICS OF SECURE INFORMATION TECHNOLOGIES

Buryi A.S., *Doctor of Technology, Russian Standardization Institute, Moscow*
Ustselemov V.N., *graduate student, Russian Standardization Institute, Moscow*

Modern researchers often face the problem when models, methods, and algorithms developed in the recent past become completely helpless when processing large and diverse data. A transition from traditional data analytics to big data analytics is required, aimed at uncovering the potential values of data – new knowledge that increases, among other things, the security of existing information technologies. The purpose of the work is to consider the tools of predictive analytics methods in ensuring the security of information technologies focused on decision support based on the structuring of hybrid information and analytical models.

Keywords: hybrid models, data mining, predictive analytics, information technology security, decision support systems.

Введение

Разработка методов обеспечения надежной переработки информации, устойчивой к целенаправленным или случайным воздействиям внешней среды, представляет собой актуальное направление в исследовании современных информационных технологий (ИТ). ИТ занимают все большее значение в производственной сфере [1], в информационном обеспечении киберфизических объектов [2], в реализации коммуникационных и вычислительных функций в сетевых и облачных структурах [3, 4]. Развитие наукоемкого производства и связанных с ним рабочих процессов, их планирование, стратегическое и оперативное управление ими могут потребовать цифровые форматы представления технологий в виде сетевых управляющих кодов, автоматизации, квантификации [5], что в

большинстве своем строится на инженерии данных (их извлечении, очистке, интеграции, интеллектуальном анализе).

Быстрое развитие методов интеллектуального анализа данных (ИАД) обусловлено широким внедрением информационных систем в процесс поддержки принятия решений (ППР) в организационно-технических системах в различных предметных областях, ростом самих данных. Ключевыми тенденциями в области современных ИТ выступают: интеграция методов искусственного интеллекта (ИИ) с технологиями обработки больших данных; методы предиктивной и прескриптивной аналитики, включающие предиктивное моделирование [6], развитие предиктивных методов на основе инструментов машинного обучения (МО) [7], автоматизированной генерации рекомендаций [8] для поддержки принятия решений, в том числе и в составе автоматизированных информационных систем различных предметных областей применения [9].

Методы предиктивной (предсказательной) аналитики из состава инструментария ИАД, применяемые для задач обеспечения информационной безопасности (ИБ) при всем своем разнообразии нацелены прежде всего на обеспечение качества получаемой информации (ее содержательной или семантической составляющей) [10, 11]. При этом основные усилия в обеспечении ИБ концентрируются на задачах обеспечения достоверности, конфиденциальности и сохранности информации (информационных массивов, баз данных), не исключая построения оценок возможных последствий или возможных рисков для критических инфраструктур и технологий [12].

Основное содержание общего подхода к прогнозированию в задачах обеспечения безопасности заключается в определении параметров, влияющих на прогнозируемое событие (угрозу безопасности, уязвимость), или определение признаков, «маяков», косвенно указывающих на риск реализации угрозы ИБ с определенной вероятностью. Целью исследования является рассмотрение инструментария интеллектуального анализа данных в составе методов предиктивной аналитики в обеспечении безопасности информационных технологий, ориентированных на ППР на основе структуризации гибридных моделей.

Актуальность обеспечения безопасности использования ИТ

Состояние защищенности информации (данных), при котором обеспечены ее (их) конфиденциальность, доступность и целостность[1], по сути составляет понятие безопасности информации или данных. Для состояния защищенности информационной технологии важно обеспечение[2]: а) безопасности информации (данных), для обработки которой применяется ИТ; б) безопасности самой информационной системы, в которой ИТ реализована.

Первичным источником информации, как правило, выступают данные (измерительные, результаты обработки первичных данных и др.). Данные зачастую выступают носителями информации. Окончательное формирование информации осуществляется посредством переработки данных, в ходе которой может быть осуществлено одно или несколько следующих действий: категоризация (классификация) данных; контекстуализация; коррекция; агрегирование/декомпозиция (группирование, сжатие, усреднение и др.).

Большие данные, пулы данных, ИАД, аналитика данных, наука о данных – это очень популярные сегодня термины, которые означают, что появилась новая отрасль науки, которая революционизирует большинство ИТ, организационную основу которой составляет координация данных (D), информации (I) и знаний (K), а также адаптация информационных массивов, ориентированная на максимизацию информационной эффективности [13].

Указанные составляющие, известные как элементы «пирамиды знаний» или DIKW – модели (данные, информация, знания, мудрость), представляемой в виде четырехуровневой

[1] ГОСТ Р 50922–2006 Защита информации. Основные термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2008. (Дата введения: 2008–02–01); (п. 2.4.5).

[2] ГОСТ Р 53114–2008 Защита информации. Обеспечение информационной безопасности в организации. Основные термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2018. (Дата введения: 2009–10–01); (п. 3.1.2).

иерархии, где каждый уровень добавляет определенные атрибуты к сведениям предыдущего уровня[3]. Данные (*data*) – это самый базовый уровень. Информация (*information*) добавляет контекст, знание (*knowledge*) показывает, как их (данные или информацию) использовать, а мудрость (*wisdom*) показывает, когда и зачем их использовать, что чаще применяется на этапе выработки управляющих решений.

Мудрость имеет дело с ценностями. Она предполагает использование логики рассуждений. Все оценки эффективности основаны на логике, которая в принципе может быть запрограммирована в компьютере и автоматизирована. Эти принципы оценки являются безличными. Мы можем говорить об эффективности действия как о степени достижения некоторой цели (исследования, моделирования и др.).

ИАД (Data Mining) – это процесс поддержки принятия решений, основанный на поиске в данных скрытых закономерностей (шаблонов информации). При этом накопленные сведения автоматически обобщаются до информации, которая может быть охарактеризована как знания. ИАД обычно включает следующие этапы:

1) выявление закономерностей (свободный поиск);

2) использование выявленных закономерностей для предсказания неизвестных значений (прогностическое моделирование);

3) анализ исключений, предназначенный для выявления и толкования аномалий в найденных закономерностях.

Особенностью аналитики больших данных является то, что они, с одной стороны выступают источником получаемого многообразия информации, а с другой стороны, источником расширенных возможностей для формирования сложных киберугроз. Вот почему поиск эффективных методов проактивной безопасности является актуальной задачей.

Методы прогнозной аналитики позволяют реализовать гибридные модели, объединяющие типовые информационные процессы, связанные со сбором, хранением, переработкой данных (см. рис. 1), формировать оценочные модели под конкретные типы угроз, а также под предполагаемые кибервоздействия.

Рис. 1. Система прогнозной аналитики задач безопасности

Структуризация аналитики данных в контексте безопасности

Смена парадигм в аналитической практике анализа данных сопровождается развитием новых подходов, методов работы с данными. Смена парадигм в аналитической практике постоянно эволюционирует, обеспечивая решение все более сложных задач:

– дескриптивная (описательная) аналитика и составление отчетов;

– диагностическая аналитика (выявление закономерностей);

[3] Ackoff R.L. From data to wisdom // Journal of Applied Systems Analysis. 1989. Vol. 16. P. 3–9.

– предиктивная (прогнозная) аналитика;

– предписывающая аналитика и принятие решений.

Результаты дескриптивной аналитики – получение ретроспективных обобщений и описаний повседневных процессов: сбор и систематизация данных, выявление фактов корреляции между данными, а также обнаружение исключительных ситуаций (отказы, аварии, инциденты), предварительная оценка возможных последствий. Для своих моделей предписывающая аналитика собирает данные из нескольких описательных и прогностических источников и применяет их к процессу принятия решений. Таким образом, мы можем сказать, что она относится как к описательной, так и к прогностической аналитике.

В табл. 1 представлены сравнительные характеристики указанных аналитических методов, составленных на основе [14].

Таблица 1

Различные типы аналитических методов с примерами

Аналитические методы	Построение модели на основе данных	Примеры
Описательная аналитика	Отвечает на вопрос: «Что происходило в прошлом?»	Обобщает прошлые события, например результаты измерений, бизнес-данные, использование социальных сетей, сообщает об общих тенденциях и т.д.
Диагностическая аналитика	Отвечает на вопрос: «Почему это произошло?»	Выявляет: аномалии и случайные связи, потери в бизнес-процессах, влияние программы лечения и т.д.
Прогностическая аналитика	Отвечает на вопрос: «Что произойдет в будущем?»	Прогнозирование: состояния оборудования, предпочтений клиентов, выявления возможных нарушений безопасности, потребностей в ресурсах и др.
Предписывающая аналитика	Отвечает на вопрос: «Какие действия следует предпринять?»	Улучшает: управление бизнесом; техническим состоянием; уход за пациентами и администрирование здравоохранения; маркетинговые стратегии и др.

Динамика взаимодействия этапов в сопоставлении с рабочими (типовыми) процессами ППР представлена на рис. 2.

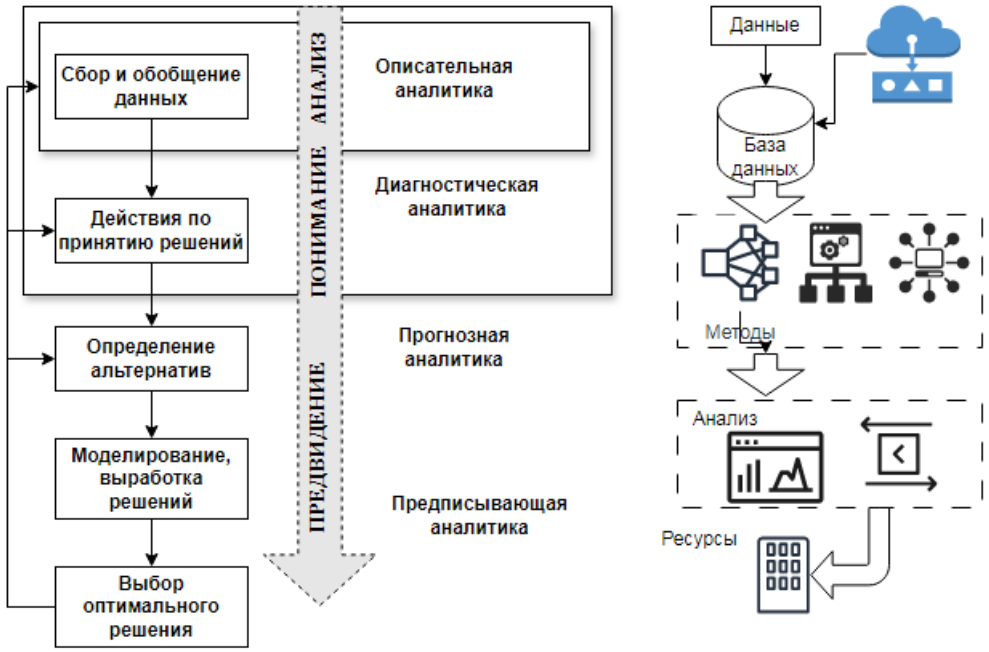


Рис. 2. Этапы и задачи рабочего процесса принятия решений

Предиктивная аналитика (ПдА) – это основной этап, на котором предсказываются будущие события, результаты, будущие риски и исключительные ситуации. В части аналитики на этом этапе активно применяются методы МО. В ходе предиктивного моделирования применяются следующие методы: классификация; нейронные сети, метод опорных векторов; байесовские методы; методы на основе паттернов и ряд других.

Предписывающая (прескриптивная) аналитика (ПсА) уже успешно применяется во многих промышленных и исследовательских проектах. Исследователю (ЛПР – лицу, принимающему решение) предлагается наилучший вариант адаптации и формирования планов в соответствии с прогнозируемым будущим. Это позволяет ЛПР не только выявлять проблемы и возможности (анализируя прошлое, настоящее или будущее), но и непосредственно предписывать наилучшие варианты решений в соответствии с определенными целями и оценивать их результаты (оценка моделей – см. рис. 1).

Хотя методы оптимизации уже являются хорошо зарекомендовавшим себя и широко применяемым способом решения задач принятия решений с использованием математических инструментов, именно сочетание прогнозирования и оптимизации открывает новые возможности для ППР. Более того, поскольку ПсА часто применяется в реальных случаях с большой долей неопределенности, оптимизация в значительной степени зависит от точности прогнозов а в некоторых случаях от способности количественно оценить неопределенность прогнозов. В подобных ситуациях оптимизация должна учитывать факторы неопределенности, присущие предметной области, обусловленные (комбинированным) использованием статистических и имитационных моделей, т.е. в составе гибридных моделей.

Состав этапов процесса принятия решений (см. рис. 2) в сочетании с аналитическими задачами:

1. Сбор и обобщение данных. Данные собираются и хранятся, например, в СУБД, таблицах данных, распределенных файловых системах и т.д. Очистка и консолидация данных для устранения ошибок и несоответствий или ИАД для извлечения информации и функций являются обычными операциями в рамках этой задачи.

2. Получение предварительных прогнозов на основе алгоритмов принятия решений. Используя методы МО (например, прогнозирование временны́х рядов, марковские модели), целью этой задачи являются выполнение исследовательского анализа события и тенденции, которые влияют на процесс принятия решений путем анализа исторических данных. По сути, это промежуточное действие, которое аналитик может выполнять для получения начальной точки для модели оптимизации (или прогноза) относительно будущего процесса ППР.

3. Определение альтернативных решений. На основании имеющихся целей, ограничений, правил (критериев оптимизации) задачи принятия решения. Для поддержки этой задачи выполняется анализ процесса принятия решений с использованием методов МО, интеллектуального анализа данных и процессов. Цель – определить альтернативные варианты принятия решений, а также соответствующие функции затрат/выгод и связанные с ними ограничения.

4. Моделирование, выработка решений. Необходимо оценить влияние предлагаемого варианта решения на процесс в целом. Эта задача в математическом обеспечении связана с задачей п. 2, где могут быть использованы модели прогнозирования и имитационного моделирования, которые позволят смоделировать поведение системы при различных настройках (альтернативные варианты применения).

5. Выбор оптимального решения. На основании предварительного анализа (задачи п. 2) строятся варианты оценок в ходе моделирования (задача п. 4). Используя методы оптимизация, теории игр, осуществляют ранжирование полученных вариантов, из которых на основании имеющихся критериев точности, оперативности, экономичности выбирают наиболее рациональный вариант (план действий, сценарий управления).

Если ни один из вариантов не устраивает исследователей или появились новые инциденты, процесс принятия решений переходит к новой итерации (переход к задаче п. 1).

Таким образом, рассмотренные этапы формирования оптимального решения можно трактовать как процесс обучения модели принятия решений, где ресурсы – это базы данных, инцидентов, базы знаний – это имеющиеся методы интеллектуального анализа.

В табл. 2 представлен сравнительный анализ традиционной и предиктивной аналитики на основе основных факторов, учитываемых в работе аналитиков в ходе обеспечения ИБ [15]. Большинство факторов характерны для условий использования больших данных.

Таблица 2

Сравнение традиционной и предиктивной аналитики на примере задач ИБ

Основные факторы	Традиционная аналитика	Прогнозирующая аналитика
Подход	Реагирующий, фокусируется на анализе прошлых событий, чтобы понять, что произошло	Проактивный, фокусируется на выявлении закономерностей и прогнозировании будущих угроз
Источники данных	Использует структурированные статические данные, такие как системные журналы и исторические отчеты	Использует как структурированные, так и неструктурированные данные, включая информацию в режиме реального времени, поведенческие модели и данные
Обнаружение угроз ИБ	Ограничивается известными угрозами с использованием предопределенных сигнатур и правил	Позволяет обнаруживать как известные, так и неизвестные угрозы с помощью МО и обнаружения аномалий
Время отклика	Отложенный ответ, поскольку анализ выполняется после того, как угроза материализовалась	Позволяет обнаруживать угрозы в режиме реального времени и быстрее реагировать на них, сводя к минимуму их воздействие
Адаптивность (по типу модели)	Статические модели, которые требуют обновления вручную для устранения новых угроз	Динамические модели, которые развиваются с изменением ландшафта угроз и со временем совершенствуются благодаря непрерывному обучению
Масштабируемость	Проблемы с обработкой больших и сложных наборов данных	Использует технологии больших данных для эффективного анализа обширных и разнообразных наборов данных
Принятие решений	В значительной степени зависит от анализа ЛПР	Автоматизирует процессы принятия решений с помощью искусственного интеллекта и МО
Примеры использования в задачах ИБ	Обнаружение вредоносных программ с помощью сопоставления сигнатур	Обнаружение мошенничества, прогнозирование внутренних угроз и обнаружение аномалий в режиме реального времени
Эффективность в борьбе с возникающими угрозами	Ограниченная, поскольку требуется адаптация к возникающим угрозам и существенное ручное вмешательство	Высокая, поскольку модели постоянно обучаются выявлять и адаптировать к меняющимся тактикам, методам и процедурам кибер-вмешательства

Заключение

Предиктивная аналитика может существенно повлиять на развитие технологий, связанных с данными, выявлением знаний из данных, с пониманием вероятностей будущих событий, предсказанием исключительных событий, сценариев развития чрезвычайных ситуаций.

Прогнозная аналитика играет центральную роль в анализе киберугроз, фокусируя имеющийся арсенал средств на выявлении и снижении потенциальных киберрисков до того, как они материализуются. Анализируя тенденции, поведение и аномалии в сетевом трафике и

активности пользователей, прогнозная аналитика позволяет предвидеть атаки, эффективно распределять ресурсы и минимизировать время простоя. Интеграция возможностей больших данных, методов машинного обучения, технологий на основе нейронных сетей не только повышает точность обнаружения угроз, но и сокращает время на реагирование, что является критическим фактором для минимизации ущерба.

Наука о данных трансформирует отрасли промышленности во всем мире. Это критически важно для будущего информационных систем и технологий, а также сервисов ИБ, поскольку «безопасность – это прежде всего данные», которые определяют успех практически в любой современной предметной области.

Следует отметить, что существующие тенденции и подходы к вопросам безопасности все больше концентрируются не на безопасности концептуального пространства (защите структур и хранилищ данных и информации с помощью шифрования, контроля доступа и других технологий), а на безопасности семантического пространства, связанного с содержательными свойствами информации, на безопасности когнитивного пространства, связанного с выявлением новых знаний, получаемых в результате переработки данных на всех уровнях, например DIKW – моделей.

Часть вопросов в данном направлении снимает предиктивная аналитика, но многие из вопросов требуют дальнейших исследований путем развития комплексных подходов, интеграции знаний, определяя целевые факторы технологического развития.

Список литературы

1. Левенцов В.А., Костецкий Д.Ю., Аркина К.Г. Разработка интегрированного стандарта обеспечения цифровыми двойниками наукоемкого производства // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2021. № 1(127). С. 105–115. /
   Leventsov V.A., Kostetskij D.Yu., Arkina K.G. Razrabotka integrirovannogo standarta obespecheniya cifrovymi dvojnikami naukoemkogo proizvodstva. Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta. 2021;1(127):105–115. (In Russ.).
2. Грошев А.В. Стратегия алгоритмического повышения точностных характеристик и информационной надежности инерциально-спутниковых навигационных систем в составе беспилотных летательных аппаратов // Труды МАИ. 2019. № 104. С. 16. /
   Groshev A.V. Strategiya algoritmicheskogo povysheniya tochnostnyh harakteristik i informacionnoj nadezhnosti inercial'no-sputnikovyh navigacionnyh sistem v sostave bespilotnyh letatel'nyh apparatov. Trudy MAI. 2019;104:16. (In Russ.).
3. Бурый А.С. Информационное пространство сетевого взаимодействия в клиентской среде // Транспортное дело России. 2011. № 8. С. 156–157. /
   Buryi A.S. Informacionnoe prostranstvo setevogo vzaimodejstviya v klientskoj srede. Transport Business of Russia. 2011;8:156–157. (In Russ.).
4. Бурый А.С. Тенденции развития распределенных информационных систем на основе облачных технологий // Транспортное дело России. 2013. № 6. С. 160–162. /
   Buryi A.S. Tendencii razvitiya raspredelennyh informacionnyh sistem na osnove oblachnyh tekhnologij. Transport Business of Russia. 2013;6:160–162. (In Russ.).
5. Цао Л. Образ мышления в науке о данных: Наступающая научно-техническая и экономическая революция. – СПб.: Изд-во Европейского университета в Санкт-Петербурге, 2022. – 552 с. /
   Cao L. Data Science Thinking the Next Scientific, Technological and Economic Revolution. St. Petersburg: Publ. House of the European University, 2022, 552 p. (In Russ.).
6. Колесников И.Н., Финогеев А.Г. Проактивный мониторинг событий на основе предиктивного анализа временных рядов // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2020. № 1(33). С. 111–125. /
   Kolesnikov I.N., Finogeev A.G. Proaktivnyj monitoring sobytij na osnove prediktivnogo analiza vremennyh ryadov. Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve. 2020;1(33):111–125. (In Russ.).
7. Леонов Н.В. Противодействие уязвимостям программного обеспечения. Ч. 1. Онтологическая модель // Вопросы кибербезопасности. 2024. № 2(60). С. 87–92. – DOI 10.21681/2311–3456–2024–2–87–92.
   Leonov N.V. Protivodejstvie uyazvimostyam programmnogo obespecheniya. Part 1. Ontologicheskaya model. Cybersecurity issues. 2024;2(60):87–92. (In Russ.).
8. Бурый А.С., Усцелемов В.Н. Развитие систем поддержки принятия решений на основе прецедентов в распределенных информационных структурах // Правовая информатика. 2024. № 1. С. 88–95. /
   Buryi A.S., Ustselemov V.N. Razvitie sistem podderzhki prinyatiya reshenij na osnove precedentov v raspredelennyh informacionnyh strukturah. Legal Informatics. 2024;1:88–95. (In Russ.).

9. Бурый А.С., Усцелемов В.Н. Информационная безопасность автоматизированных систем // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2023. № 2(72). С. 31–37. /
Buryi A.S., Ustselemov V.N. Information security of automated systems. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2023;2(72):31–37. (In Russ.).
10. Бурый А.С., Полоус А.И. Качество информации в организационно-технических системах управления // Транспортное дело России. 2012. № 6-2. С. 82–87. /
Buryi A.S., Polous A.I. Kachestvo informacii v organizacionno-tekhnicheskih sistemah upravleniya. Transport Business of Russia. 2012;6-2:. 82–87. (In Russ.).
11. Ловцов Д.А. Теория защищенности информации в эргасистемах: монография. – М.: РГУП, 2022. – 276 с. /
Lovtsov D.A. Teoriya zashchishchennosti informacii v ergasistemah: monografiya. Moscow: RGUP Publ., 2022, 276 p.
12. Малюк А.А. Основы политики безопасности критических систем информационной инфраструктуры. – М.: Горячая линия-Телеком, 2019. – 314 с. /
Malyuk A.A. Osnovy politiki bezopasnosti kriticheskih sistem informacionnoj infrastruktury. Moscow: Goryachaya liniya-Telekom Publ., 2019, 314 p. (In Russ.).
13. Stafford S.P. Data, information, knowledge, and wisdom // Knowledge management, organizational intelligence and learning, and complexity. 2009. Т. 3. С. 179.
14. Sarker I.H. Data science and analytics: an overview from data-driven smart computing, decision-making and applications perspective // SN Computer Science. 2021. Т. 2, № 5. С. 377.
15. Ekundayo F., Atoyebi I., et al. Predictive Analytics for Cyber Threat Intelligence in Fintech Using Big Data and Machine Learning // International Journal of Research Publication and Reviews. 2024. Т. 5, № 11. С. 5934–5948.

Для цитирования
Гореликов А.А., Плахотникова Е.В., Литвинова И.В. Использование ситуационного подхода для повышения эффективности внедрения методов бережливого производства / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 521–528.

УДК 658.518.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИТУАЦИОННОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ МЕТОДОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Гореликов А.А., *канд. техн. наук, директор по качеству, ООО «Ди Ферро», Россия, г. Тула*
Плахотникова Е.В., *д-р техн. наук, доцент, профессор, ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Россия, г. Тула*
Литвинова И.В., *канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Россия, г. Тула*

Описаны авторские методики анализа организационной модели предприятия как основного элемента ситуационного подхода. Установлены взаимосвязи между типами организационных моделей и системой компонентов глубинных знаний Э. Деминга. Представлен математический аппарат для оценки приоритетности методов бережливого производства. Выполнен анализ результативности выстроенных устойчивых процессов в связи с более детальным пониманием теории вариабельности. Приведены данные по успешному применению разработанного подхода в условиях предприятия Тульской области. Применение ситуационного подхода позволяет учесть специфику предприятий и внедрить номенклатуру методов бережливого производства, направленных на обеспечение их устойчивой результативности в долгосрочной перспективе.

Ключевые слова: методы бережливого производства, глубинные знания Э. Деминга, ситуационный подход, устойчивые процессы, риски, организационная модель предприятия.

USING A SITUATIONAL APPROACH TO INCREASE THE EFFECTIVENESS OF IMPLEMENTING LEAN PRODUCTION METHODS

Gorelikov A.A.*, Candidate of Technical Sciences, Director of Quality****,*** *LLC Di Ferro, Tula*
Plakhotnikova E.V.*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Tula State University, Tula*
Litvinova I.V.*, Candidate of Economics Sciences, Associate professor, Tula State University, Tula*

The article describes the author's methods for analyzing the organizational model of an enterprise as the main element of the situational approach. The article establishes the relationship between the types of organizational models and the system of components of E. Deming's deep knowledge. The article presents a mathematical framework for assessing the priority of lean production methods. An analysis of the effectiveness of the established sustainable processes was carried out in connection with a more detailed understanding of the theory of variability. The article provides data on the successful application of the developed approach in an enterprise in the Tula region. The application of the situational approach allows for taking into account the specific features of enterprises and creating a range of lean production methods with the potential for long-term effectiveness.

Keywords: lean production methods, deep knowledge of E. Deming, situational approach, sustainable processes, risks, organizational model of the enterprise.

Введение

В 2025 году стартовал новый федеральный проект «Производительность труда», вошедший в состав национального проекта «Эффективная и конкурентная экономика». Данная

инициатива представляет собой развитие национальной программы «Производительность труда», которая позволила за пять лет (с 2019 по 2024 г.) увеличить производительность и сократить время протекания процессов благодаря внедрению методов бережливого производства, более 6,5 тыс. компаниям.

Анализ данных, представленных на сайте Министерства экономического развития Российской Федерации на конец 2024 года, позволяет сделать вывод, что после получения адресной поддержки от федерального и регионального центров компетенций более 60% предприятий – участников проекта продолжили самостоятельно развивать систему бережливого производства, осваивая новые методы и технологии [8].

Достигнутый результат свидетельствуют об эффективности проекта, но возникают вопросы: почему почти 40% участников проекта останавливаются на достигнутых результатах и возвращаются к привычной производственной системе и как можно изменить сложившуюся ситуацию?

Результаты исследования и их обсуждение

Ответы на первую часть вопроса известны. Основными причинами снижения заинтересованности предприятий являются: отсутствие быстрого эффекта от внедрения методов бережливого производства; сопротивление персонала; недостаточное осознание основных преимуществ бережливого производства руководством предприятий и т.д. [2, 5]. Все перечисленное приводит к возникновению целого ряда барьеров для принятия философии и культуры бережливого производства, требующих постоянного обучения, адаптации и совершенствования [7].

Вторая часть вопроса кажется более сложной, но, по мнению авторов, ответ на нее тоже есть: применение ситуационного подхода для адаптации плана внедрения методов бережливого производства и его согласование с действующей на предприятии организационной моделью.

Ситуационность означает, что действия людей определяются контекстом, в котором они осуществляются. Таким образом, для достижения эффективности и постоянного улучшения системы бережливого производства недостаточно знаний конкретных стратегических задач предприятия, необходимо комплексное понимание ситуации (культуры организации, системы мировоззрения сотрудников, методов работы и т.д.). Такой подход позволит идентифицировать не только потребности в новых методах управления, но и возможности их восприятия в контексте отдельно взятой организации.

Согласно интегральной теории К. Уилбера любое явление можно рассматривать с четырех точек зрения: извне, изнутри, изолированно (индивидуальный аспект) и в более широком контексте (коллективный аспект). Применительно к описанию организационной модели предприятия, представленной в работе Ф. Лалу, такой подход позволяет выделить четыре необходимые характеристики предприятия для его целостного представления [6]:

1) убеждения и мировоззрение сотрудников, определяющие их систему взглядов и ценностей, а также их целостное понимание мира;

2) поведение сотрудников, позволяющее определить, как они осуществляют деятельность в рамках конкретной организационной модели;

3) организационная культура, которая позволяет определить систему устоявшихся правил поведения, ценностей, убеждений, взаимоотношений между сотрудниками и их окружением;

4) организационная система, описывающая организационную структуру, процессы управления и методы работы.

Для разных организационных моделей предприятий можно выделить целый ряд схожих характеристик. Это позволило Ф. Лалу предложить цветовую классификацию и объединить по цветовому коду предприятия разных сфер деятельности. В качестве пояснения в табл. 1 приведены примеры схожих по цветовому коду предприятий и обобщенное описание каждой характеристики для наиболее распространенных организационных моделей.

Таблица 1

Основные характеристики организационных моделей предприятий в соответствии с классификацией Ф. Лалу

Характеристики организации	Оранжевая организация	Зеленая организация	Бирюзовая организация
Ценности	Метод поощрения, система заслуг, концепция личностных конструкторов, инновационность, ответственность	Сосредоточенность на людях, увлеченность, расширение прав и возможностей для решений	Целостность, самодисциплина, глобальность идей
Убеждения и мировоззренческие установки	Людей мотивируют деньги и прочие поощрения	Людей мотивирует чувство общности и служение цели	Каждый человек способен принимать ответственные решения и вносить вклад, работа – возможность реализовать свой потенциал
Поведение сотрудников	Каждый ставит на первое место свои интересы	Решения принимаются в интересах всего коллектива	Эффективное взаимодействие в достижении общей цели
Организационная культура	Культура соперничества	Культура семьи	Общая цель – выше индивидуального успеха
Организационная система	Иерархическая организационная структура, директивная постановка задач, финансовые стимулы для мотивации	Адаптивная организационная структура, расширение прав и возможностей	Адаптивная организационная структура, самоуправляемые команды, принятие решения через согласование

Идентификация типа организационной модели поможет руководителям более осознанно подбирать стратегии, подходящие именно для их организации, методы мотивации сотрудников и, главное, понять перспективы внедрения методов бережливого производства и возможности их интеграции в уже сформированную модель организации.

По мнению авторов, научную концепцию такого понимания должны устанавливать базовые компоненты системы глубинных знаний Э. Деминга: понимание системы (ПС), понимание теории вариабельности (ПТВ), понимание основ теории познания (ПОТП), знание психологии (ЗП) [3]. Именно эта система способна построить основу для изменений [1]. Очевидно, что для предприятий с различными типами организационной модели потребности в понимании и освоении компонентов системы Э. Деминга имеются некоторые различия.

Например, организациям оранжевого типа, где важна отлаженность процессов, необходимо глубокое понимание теории изменчивости. В то же время для зеленых организаций, ставящих во главу продвижение внутренних ценностей, превалирует потребность в формировании компонента «знание психологии».

В таблице 2 представлены результаты экспертной оценки значимости компонентов системы глубинных знаний для описанных ранее базовых типов моделей (см. табл. 1).

Таблица 2

Нормированные значения весовой значимости компонентов теории глубинных знаний Э. Деминга для базовых организационных моделей

Тип организационной модели	Нормированные значения весомости компонентов			
	Понимание системы	Понимание теории вариабельности	Понимание основ теории познания	Знание психологии
	$m_{(ПС)}$	$m_{(ПТВ)}$	$m_{(ПОТП)}$	$m_{(ЗП)}$
Оранжевая организация	0,283	0,430	0,088	0,200
Зеленая организация	0,248	0,209	0,248	0,295
Бирюзовая организация	0,250	0,250	0,250	0,250

Понимание внутренних потребностей организаций и их учет при разработке плана внедрения методов бережливого производства позволят сделать процесс более естественным, снизят сопротивление со стороны сотрудников и повысят интерес руководства.

В таблице 3 приведены результаты стратификации методов бережливого производства по их ориентированности на реализацию компонентов теории глубинных знаний в рамках организации.

Таблица 3

Стратификация методов бережливого производства с учетом основных компонентов теории Э. Деминга

Компоненты теории глубинных знаний	Наименование методов
Понимание системы (ПС)	Kanban, PA (производственный анализ), QFD (структурирование функции качества), диаграмма «Спагетти», 5S (система организации и рационализации рабочих мест), VSM (карта потока создания ценности), визуализация, JIT (точно в срок) и т.д.
Понимание теории вариабельности (ПТВ)	SMED (быстрая переналадка оборудования), TQC (всеобщий контроль качества), статистические методы контроля, TPM (общее производственное обслуживание), OEE (общая эффективность оборудования), визуальный контроль, 6 sigma и т.д.
Понимание основ теория познания (ПОТП)	5W (метод «5 почему?»), коучинг, TWI (обучение на производстве), штурм-прорыв, диаграмма Исикавы и т.д.
Знание психологии (ЗП)	Фабрика идей, KPI (ключевые показатели эффективности), Кайдзен и т.д.

Представленная стратификация, поможет правильно расставить приоритеты для оптимизации процессов организации и обеспечить сбалансированность системы бережливого производства с учетом ситуационного подхода.

Но следует учитывать, что компоненты глубинных знаний работают только комплексно. При разработке плана внедрения системы бережливого производства в номенклатуру необходимо включать методы из каждой группы (см. табл. 3), учитывая приоритетность методов для распределения ресурсов (времени, финансов и т.д.) при обеспечении полноты системы глубинных знаний. То есть формально методы необходимо внедрять блоками, каждый из которых содержит не менее одного метода из каждой группы отнесенной к соответствующему компоненту системы Э. Деминга.

Для количественной оценки приоритетности методов (P_n) можно использовать формулу:

$$P_n = m_i^{\text{н}} \cdot \sum_1^j B_{nj} \cdot b_j^{\text{н}}, \quad (1)$$

где m_i – нормированные значения весомости компонентов теории глубинных знаний, зависящие от идентифицированного типа организационной модели; B_j – балльная оценка влияния метода на достижение целей; b_j – нормированные значения весомости целей для конкретного предприятия.

Чтобы внести ясность, далее приводятся определения каждой переменной в формуле (1), а также предлагаемые способы нахождения их численных значений.

Так, для вычисления нормированных значений важности компонентов теории глубинных знаний, которые зависят от определенного типа организационной модели (m_i), необходимо понимать, что не существует двух абсолютно одинаковых организаций [4]. Даже если на первый взгляд организацию можно причислить к одному из типов организационных моделей (см. табл. 1), то при более глубоком анализе «чистота» модели будет очень условной, а сама модель будет требовать уточнений.

Чтобы более точно оценить значение этой переменной, следует установить, какая часть признаков и свойств других базовых организационных моделей присутствует в структуре предприятия, и скорректировать их значения, используя следующие формулы:

$$m_{(\text{ПС})_{\text{см}}} = \sum_{l=1}^{3} m_{(\text{ПС})_l} \cdot Q_l^{\text{н}}; \quad (2)$$

$$m_{(\text{ПТВ})_{\text{см}}} = \sum_{l=1}^{3} m_{(\text{ПТВ})_l} \cdot Q_l^{\text{н}}; \quad (3)$$

$$m_{(\text{ПОТП})_{\text{см}}} = \sum_{l=1}^{3} m_{(\text{ПОТП})_l} \cdot Q_l^{\text{н}}; \quad (4)$$

$$m_{(\text{ЗП})_{\text{см}}} = \sum_{l=1}^{3} m_{(\text{ЗП})_l} \cdot Q_l^{\text{н}}, \quad (5)$$

где m(ПС), m(ПТВ), m(ПОТП), m(ЗП) – значимости компонентов теории глубинных знаний для базовых типов организационных моделей (см. табл. 2), $Q_i^{\text{н}}$ – доля присутствия в организационной модели предприятия признаков и характеристик базовых типовых организационных моделей.

Определить значение $Q_i^{\text{н}}$ дает возможность методика, подробно описанная авторами в работе [4] и включающая три ключевых этапа.

1 этап – разработка анкет с закрытыми типами вопросов для проведения самооценки предприятия. В анкету целесообразно включать вопросы, закрывающие каждую характеристику организационной модели предприятия, установленной на основе интегральной теории К. Уилбера. Альтернативные ответы на каждый вопрос должны закрывать все возможные типы организационных моделей, выбранных в качестве базовых.

2 этап – сбор данных, используя метод анкетирования, и обработка полученных результатов. При сборе данных респондентам целесообразно предложить ранжирование всех вариантов ответов по каждому вопросу, присваивая наиболее подходящему ответу высший ранг (1), чуть менее подходящему – ранг 2, а наименее приемлемому – ранг 3. После завершения сбора данных результаты опроса могут быть объединены в таблицу, где каждому варианту ответа будет соответствовать ранг, присвоенный участником опроса.

Анализ результатов выполняется посредством вычисления суммы присвоенных ранговых значений по каждой строке:

$$C_l = \sum_{p=1}^{n} R_{ilp}, \quad (6)$$

где C_l – сумма рангов l-й базовой организационной модели; i – номер ранга, $i = 1…3$; R_i – значение ранга или его значимость, $R_i = i$; p – порядковый номер вопроса, анкете, $p = 1…n$; n – количество вопросов в анкете.

Наименьшая величина, полученная при суммировании рангов, будет указывать на наиболее подходящую базовую организационную модель для рассматриваемого предприятия.

Для оценки «чистоты» организационной модели необходимо рассчитать дисперсии значений рангов, полученных при анкетировании. Дисперсия демонстрирует, насколько согласованно респондент оценивает соответствие предприятия базовым организационным моделям. Даже малое отклонение дисперсии от нуля будет указывать на смешение различных базовых организационных моделей в рамках предприятия.

В этом случае для уточнения организационной модели возможно введение весовых коэффициентов, что позволит дать количественную оценку уникальному типу организационной модели предприятия.

3 этап – идентификация уникального типа организационной модели для конкретного предприятия. Этап заключается в расчете доли присутствия в организационной модели предприятия признаков базовых моделей. Осуществить этап возможно путем определения средневзвешенного арифметического значения ранга базовых организационных моделей и нормированием полученных значений [4].

Произвести количественную оценку влияния метода на достижение целей организации (B_j) позволяет преобразование качественных оценок, указанных в ГОСТ Р 56407-2023, в балльную форму: сильное влияние – 9 баллов, среднее – 3 балла, слабое – 1 балл. Переход от качественных оценок в количественные позволит далее перейти к математической обработке полученных результатов.

Для получения нормированных значений весомости целей (b_j) необходимо использовать экспертные методы, привлекая к оценке руководящий состав предприятия, внедряющего методы бережливого производства.

Общий алгоритм методики представлен на рис. 1 и включает три основных этапа:

1 этап – анализ скрытых потерь предприятия;

2 этап – идентификация целей на основе анализа скрытых потерь;

3 этап – оценка приоритетности целей путем использования экспертных методов для определения нормированных значений весомости целей для конкретного предприятия.

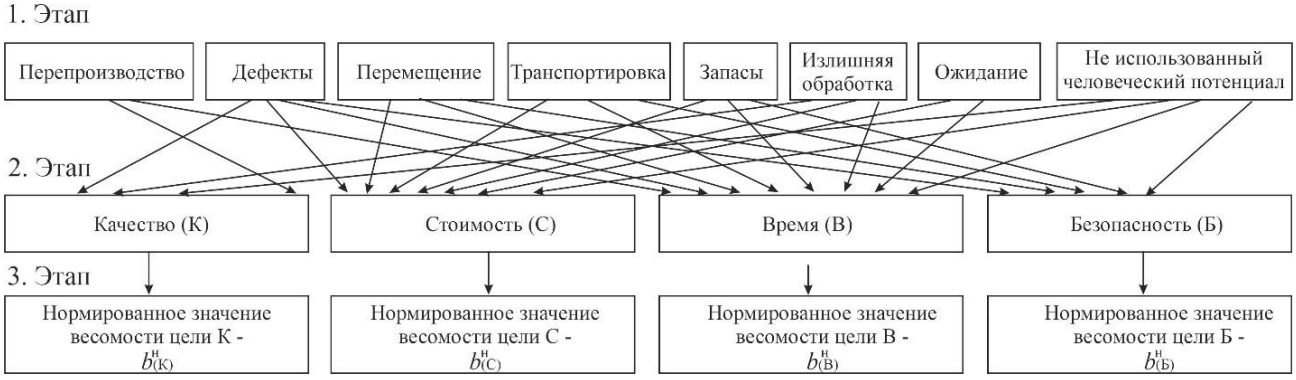


Рис. 1. Алгоритм оценки нормированных значений весомости целей (bj)

Сбор, количественная оценка и обработка необходимой информации позволят построить для конкретного предприятия матрицу приоритетов и продолжить планирование внедрение методов в форме, понятной для руководства и сотрудников организации (табл. 4).

Таблица 4

Общий вид матрицы приоритетов

Компоненты теории глубинных знаний	**Нормированные значения весомости компонентов (m_i)**	**Название метода (группы методов)**	**Балльная оценка влияния метода на достижения целей в области (B_j):**				**Приоритетность метода (*Pn*)**
			Качество ($B_К$)	**Стоимость ($B_С$)**	**Время ($B_В$)**	**Безопасность ($B_Б$)**	
Понимание системы	$m_{(ПС)}$	М1	$B_{1К}$	$B_{1С}$	$B_{1В}$	$B_{1Б}$	P_1
		…….					

Компоненты теории глубинных знаний	Нормированные значения весомости компонентов (m_i)	Название метода (группы методов)	Балльная оценка влияния метода на достижения целей в области (B_j):				Приоритетность метода (Pn)
			Качество ($B_К$)	Стоимость ($B_С$)	Время ($B_В$)	Безопасность ($B_Б$)	
Понимание теории вариабельности	$m_{(ПТВ)}$	М8	$B_{8К}$	$B_{8С}$	$B_{8В}$	$B_{8Б}$	P_8
		……					
Понимание основ теории познания	$m_{(ПОТП)}$	М16	$B_{16К}$	$B_{16С}$	$B_{16В}$	$B_{16Б}$	P_{16}
		……					
Знание психологии	$m_{(ЗП)}$	М21	$B_{21К}$	$B_{21С}$	$B_{21В}$	$B_{21Б}$	P_{21}
		……					
Нормированные значения весомости целей (b_j)			$b_{(К)}$	$b_{(С)}$	$b_{(В)}$	$b_{(Б)}$	

В общем виде предлагаемый подход к адаптации плана внедрения методов бережливого производства представлен на рис. 2.

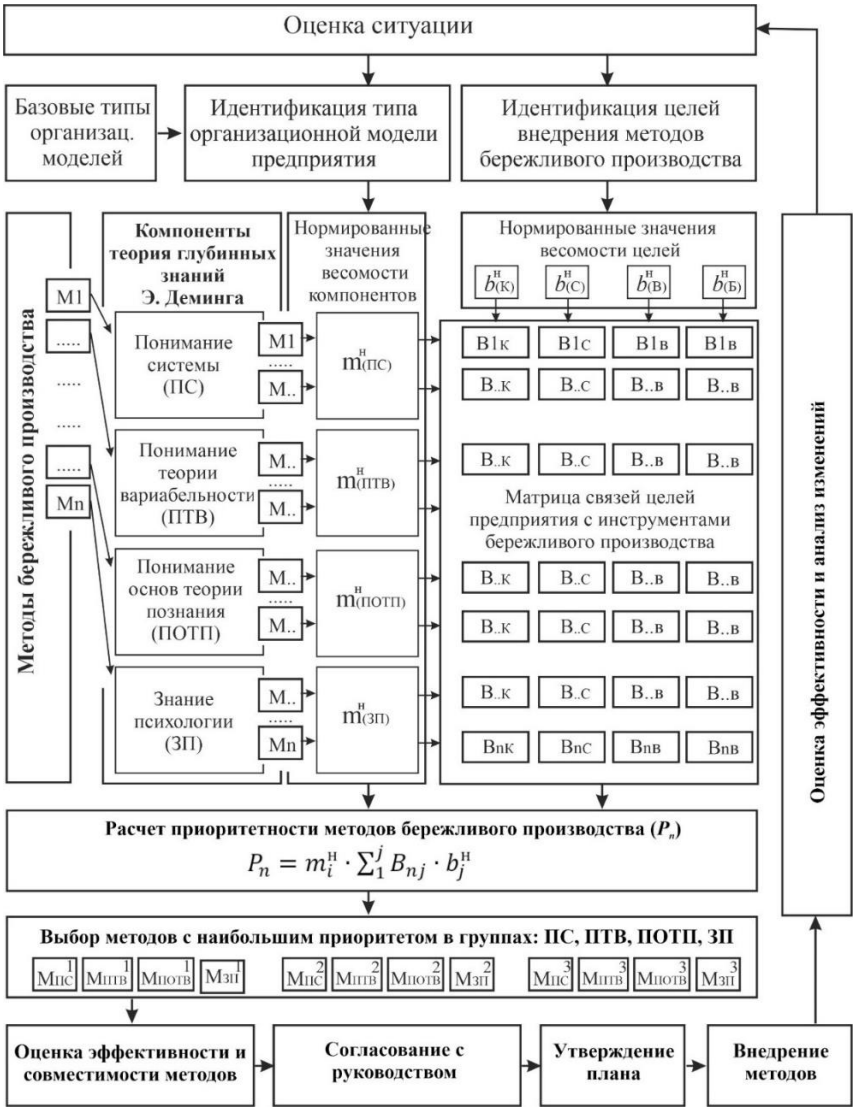


Рис. 2. Модель предлагаемого ситуационного подхода к адаптации плана внедрения методов бережливого производства

Выводы

По мнению авторов, использование ситуационного подхода обеспечит более организованное внедрение методов бережливого производства и минимизирует опасность излишнего вмешательства, когда изменения в системе не только ухудшают качество ее функционирования, но и разрушают общую систему знаний.

Внедрение описанного подхода на предприятии Тульской области принесло ощутимый экономический эффект, составивший 3 740 000 руб. в год.

В результате апробации подхода, сбалансировавшего элементы системы глубинных знаний, удалось значительно улучшить ключевые производственные показатели. В частности, время выполнения технологического процесса при изготовлении металлоконструкций уменьшилось на 41%. На 3% сократились нежелательные запасы материалов в процессе изготовления металлоконструкций, а производительность труда увеличилась на 29%.

Список литературы

1. Адлер Ю.П., Шпер В.Л. Учение Деминга и его судьба // Стандарты и качество. 2015. № 6 (936), с. 98–102.
2. Гореликов А.А., Плахотникова Е.В. Гибридная модель управления процессами внедрения системы бережливого производства на предприятиях металлоконструкций // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2025. – Т. 23. – № 1. – С. 110–118.
3. Гореликов А.А. Обоснованная теория глубоких знаний: целенаправленный переход от контроля к прогнозированию// Известия Тульского государственного университета. Технические науки. –2024. – Вып. 12. – С. 466–469.
4. Гореликов А.А., Плахотникова Е.В., Соловьев С.И. Методика идентификации типа организационной модели предприятия для адаптации системы бережливого производства// Известия Тульского государственного университета. Технические науки. –2025. – Вып. 2. – С. 178–185.
5. Евсеев А.В., Карпилов Д.А., Люткин М.А., Черкаев Я.А., Юраскова И.А. Концепция бережливого производства как инструмент повышения качества продукции / I Научно-практическая конференция, посвященная 100-летию деятельности ФГБУ «Институт стандартизации»: «Стандартизация: траектория науки», Санкт-Петербург, 9 октября 2024 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 6(81). С. 120–123.
6. Лалу, Ф. Открывая организации будущего: перевод с английского / Ф. Лалу. Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2016. – 524 с.
7. Логинова Э.В., Щеголева С.А. Анализ методов и инструментов бережливого производства // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2021. № 1(59). С. 22–27.
8. НП «Производительность труда» завершен/ Министерство экономического развития Российской Федерации: URL:https://www.economy.gov.ru/material/directions/np_effektivnaya_i_konkurentnaya_ekonomika/fp_przvoditelnost_truda/np_proizvoditelnost_truda/ (дата обращения: 10.02.2025).

References

1. Adler Yu.P., Shper V.L. Deming's Teaching and Its Fate// Standards and Quality. 2015. No. 6 (936), pp. 98–102.
2. Gorelikov A.A., Plakhotnikova E.V. Hybrid model of managing the implementation of a lean production system at metal construction enterprises// Bulletin of Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov. 2025. Vol. 23. No. 1. Pp. 110–118.
3. Gorelikov A.A. A Rational Theory of Deep Knowledge: A Purposeful Transition from Control to Forecasting// Izvestiya of Tula State University. Technical Sciences. 2024. Issue 12, pp. 110–118.
4. Gorelikov A.A., Plakhotnikova E.V., Soloviev S.I. Methodology for identifying the type of organizational model of an enterprise for adapting a lean production system// Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Technical sciences. 2025. Issue 2, pp.178–185.
5. Evseev A.V., Karpilov D.A., Lyutkin M.A., Cherkaev Ya.A., Yuraskova I.A. The concept of lean manufacturing as a tool for improving product quality / I Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th anniversary of the Institute of Standardization: "Standardization: the trajectory of Science", St. Petersburg, October 9, 2024 // Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2024. No. 6(81), pp. 120–123.
6. Lalu, F. Discovering the Organizations of the Future: Translated from English / F. Lalu. Moscow: Mann, Ivanov and Ferber, 2016. 524 p.
7. Loginova E.V., Shchegoleva S.A. Analysis Methods and Tools of Lean Manufacturing // Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2021. Vol. 1(59). Pp. 22–27.
8. The Labor Productivity National Project has been completed/ Ministry of Economic Development of the Russian Federation URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/np_effektivnaya_i_konkurentnaya_ekonomika/fp_przvoditelnost_truda/np_proizvoditelnost_truda/ (date of access: 10.02.2025). 8.

Для цитирования
Дзедик В.А., Джикия А.А. Интеллектуальные средства обеспечения устойчивости систем управления в автомобильной промышленности Российской Федерации / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 529–533.

УДК 338.24

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Дзедик В.А., *д-р экон. наук, ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», Россия, г. Волгоград*
Джикия А.А., *к-т экон. наук, ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», Россия, г. Волгоград*

В статье предлагается цифровая система управления, основанная на интеллектуальных средствах, использующих технологии веб-скрапинга, управления большими данными, искусственного интеллекта, и способная обеспечить процесс прогнозирования и поддержки принятия решений для достижения устойчивости автомобильной промышленности РФ.

Ключевые слова: автомобильная промышленность, импортозамещение, импортоопережение, системы управления, устойчивое развитие, искусственный интеллект.

INTELLIGENT TOOLS FOR ENSURING THE STABILITY OF MANAGEMENT SYSTEMS IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY OF THE RUSSIAN FEDERATION

Dzedik V.A., *Doctor of Economical Sciences, Volgograd State University, Volgograd*
Dzhikiya A.A., *Candidate of Economical Sciences, Volgograd State University, Volgograd*

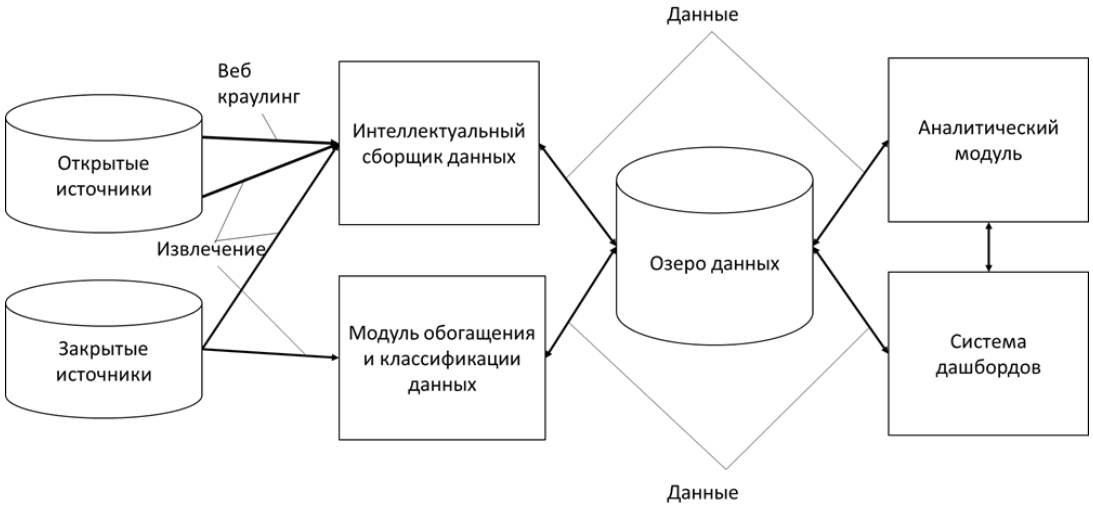
The article proposes a digital management system based on intelligent tools that utilize web scraping, big data management, and artificial intelligence technologies. This system is designed to enable forecasting and decision-support processes aimed at ensuring the resilience of Russia's automotive industry.

Keywords: automotive industry, import substitution, import advancement, management systems, sustainable development, artificial intelligence.

Автомобильная промышленность Российской Федерации в 2025 году находится в фазе глубокой трансформации и адаптации к новым экономическим и геополитическим реалиям. После ухода большинства западных автопроизводителей и введения санкций рынок столкнулся с дефицитом моделей и комплектующих, что вынудило отрасль перестраивать производственные цепочки и искать новые источники роста. Несмотря на существенные вызовы, российский автопром демонстрирует попытки восстановления и обновления, опираясь на локализацию и государственную поддержку [7].

Отрасль нуждается в импортозамещении и импортоопережении не только автомобильных компонентов и технологий их производства, но и систем управления. Существенный задел в этой отрасли достигнут в национальной системе стандартизации [1], [2], [4], [3], [5]. Однако достижение технологического лидерства невозможно без применения современных интегрированных цифровых интеллектуальных средств обеспечения устойчивости систем управления в автомобильной промышленности с использованием технологий искусственного интеллекта и анализа больших данных.

Исходя из изложенного выше предложена автоматизированная система обеспечения устойчивости автомобильной промышленности РФ (см. рисунок).



Автоматизированная система обеспечения устойчивости автомобильной промышленности РФ

Интеллектуальный сборщик данных методами веб-скрапинга (автоматического сбора данных с веб-сайтов, представляющего собой процесс извлечения структурированной информации из HTML-страниц, этот метод позволяет собирать данные, доступные на веб-страницах, и преобразовывать их в удобный для анализа и использования формат [6], в предлагаемой системе применяются только законные и этичные методы веб-скрапинга, соответствующие действующим нормативным актам и соблюдающие настройки и ограничения соответствующих сайтов и баз данных) и механизмами прямого извлечения данных из открытых и закрытых источников (развитие таких механизмов требует институализации отношений оператора системы и держателей баз данных) осуществляет сбор данных на международном отраслевом уровне, федеральном отраслевом уровне, уровне предприятий – производителей готовых автомобилей и предприятий – производителей автомобильных компонентов. Источниками данных являются сайты, технические порталы и базы данных:

– федеральных органов исполнительной власти;
– производителей готовых автомобилей;
– производителей автомобильных компонентов;
– органов по оценке соответствия;
– проектных организаций;
– торгово-логистических организаций и т.д.

Таким образом формируется базис озера данных, структура которого представлена в таблице.

Базисная структура озера данных импортозамещения компонентов и технологий производства автомобильной техники

№ п/п	Вид данных	Формат данных	Метод сбора данных
1.	Идентификатор компонента	Целочисленный	Извлечение из открытых и закрытых источников
2.	Наименование компонента	Текстовый	Извлечение из открытых и закрытых источников
3.	Принадлежность компонента к модели автомобиля	Комплексный	Веб-скрапинг, извлечение из открытых и закрытых источников

№ п/п	Вид данных	Формат данных	Метод сбора данных
4.	Описание	Текстовый	Веб-скрапинг, извлечение из открытых и закрытых источников
5.	Технические характеристики	Комплексный	Веб-скрапинг, извлечение из открытых и закрытых источников
6.	Классификационный код	Целочисленный	Извлечение из открытых и закрытых источников
7.	Уровень критичности	Целочисленный	Извлечение из закрытых источников
8.	Степень зависимости от импорта	Целочисленный	Извлечение из закрытых источников
9.	Аналоги	Комплексный	Веб-скрапинг, извлечение из открытых и закрытых источников
10.	Производитель	Комплексный	Веб-скрапинг, извлечение из открытых и закрытых источников
11.	Страна производства	Текстовый	Веб-скрапинг, извлечение из открытых и закрытых источников
12.	Модель	Текстовый	Веб-скрапинг, извлечение из открытых и закрытых источников
13.	Артикул	Целочисленный	Извлечение из открытых и закрытых источников
14.	Годы поставок	Целочисленный	Извлечение из закрытых источников
15.	Объемы производства	Вещественный	Извлечение из закрытых источников
16.	Стоимость	Вещественный	Веб-скрапинг, извлечение из открытых и закрытых источников
17.	Стандарты	Комплексный	Веб-скрапинг, извлечение из открытых и закрытых источников
18.	Спецификации	Комплексный	Веб-скрапинг, извлечение из открытых и закрытых источников
19.	Сертификаты	Комплексный	Извлечение из закрытых источников
20.	Регион	Комплексный	Веб-скрапинг, извлечение из открытых и закрытых источников
21.	Производственная мощность	Вещественный	Извлечение из закрытых источников
22.	Технологический процесс	Комплексный	Веб-скрапинг, извлечение из открытых и закрытых источников
23.	Оборудование	Комплексный	Веб-скрапинг, извлечение из открытых и закрытых источников
24.	Уровень освоения в РФ (УГТ, УПГ, УРГ, УИГ) [3, 4, 5, 6]	Целочисленный	Извлечение из закрытых источников
25.	Поставщики	Комплексный	Веб-скрапинг, извлечение из открытых и закрытых источников
26.	Рентабельность	Вещественный	Извлечение из закрытых источников
27.	Доля инвестиций в НИОКР и локализацию	Вещественный	Извлечение из закрытых источников
28.	Уровень средней заработной платы	Вещественный	Извлечение из закрытых источников
29.	Уровень текучести кадров	Вещественный	Извлечение из закрытых источников
30.	Удельные выбросы CO_2 на единицу продукции	Вещественный	Извлечение из закрытых источников
31.	Доля переработанных материалов в единице продукции	Вещественный	Извлечение из закрытых источников
32.	Глубина утилизации отходов производства	Вещественный	Извлечение из закрытых источников
33.	Индекс замещаемости	Вещественный	Извлечение из закрытых источников
34.	Риск дефицита	Вещественный	Извлечение из закрытых источников

Формируемые интеллектуальным сборщиком первичные данные обогащаются метаданными, классифицируются, между ними устанавливаются семантические связи. Эта информация также интегрируется в озеро данных.

Аналитический модуль, применяя такие методы искусственного интеллекта, как:

– случайный лес – метаоценщик, который подбирает ряд регрессоров дерева решений для различных подвыборок набора данных и использует усреднение для повышения точности прогнозирования и контроля переобучения [8];

– метод ближайших соседей – регрессия на основе k-ближайших соседей, целевой элемент предсказывается локальной интерполяцией целевых элементов, связанных с ближайшими соседями в обучающем наборе [9];

– машина опорных векторов — семейство алгоритмов бинарной классификации, основанных на обучении с учителем, использующих линейное разделение пространства признаков с помощью гиперплоскости [10];

– нейронная сеть – структура, состоящая из искусственных нейронов, определенным образом связанных друг с другом и внешней средой с помощью связей, каждая из которых имеет определенный коэффициент, на который умножается поступающее через него значение (вес) [11];

– градиентный бустинг – метаалгоритм приближения бустинга с использованием градиента функции потерь работает с произвольной и экспоненциальной дифференцируемой функцией потерь, в частности это позволяет решать не только задачу классификации, но и регрессии [12]; использует озеро данных для оценки рисков дефицита по компонентам, прогнозирования сроков замещения, подбора аналогов и их потенциальных производителей, визуализацию цепочек поставок и точек их уязвимости, выявления приоритетов импортозамещения и импортоопережения, осуществления оценки устойчивости производственно-логистических цепочек поставок автомобильной техники (исходя из экономических, технических, экологических и социальных аспектов).

Все перечисленные выше инструменты предлагается сделать доступными для широкого круга пользователей, включая федеральные органы законодательной и исполнительной власти, производителей готовых автомобилей и автомобильных компонентов, финансово-инвестиционные организации, органы по оценке соответствия и т.д.

Предлагаемая цифровая система управления, основанная на интеллектуальных средствах, использующих технологии веб-скрапинга, управления большими данными и искусственного интеллекта, при ее развертывании способна обеспечить процесс прогнозирования и поддержки принятия решений для достижения устойчивости автомобильной промышленности РФ.

Список литературы

1. ГОСТ Р 58139–2024 «Системы менеджмента качества. Требования к организациям автомобильной промышленности» // АО «Кодекс». Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: https://docs.cntd.ru/document/1310664931 (дата обращения: 27.09.2025).
2. ГОСТ Р 71726–2024 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня технологий (TRL)» // АО «Кодекс». Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: https://docs.cntd.ru/document/1310185632 (дата обращения: 27.09.2025).
3. ГОСТ Р 71727 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня рыночной готовности (CRL)» // АО «Кодекс». Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: https://docs.cntd.ru/document/1310185633/titles (дата обращения: 17.09.2025).
4. ГОСТ Р 71728–2024 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня производственной готовности (MRL)». // АО «Кодекс». Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: https://docs.cntd.ru/document/1310185634 (дата обращения: 20.09.2025).
5. ГОСТ Р 71729 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня инвестиционной готовности (IRL)». // АО «Кодекс». Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: https://docs.cntd.ru/document/1310185635 (дата обращения: 23.09.2025).

6. Жучкова С.В., Ротмистров А.Н. Автоматическое извлечение текстовых и числовых веб-данных для целей социальных наук // Онлайн-исследования в России: тенденции и перспективы / Под ред. А.В. Шашкина, И.Ф. Девятко, С.Г. Давыдова. М.: Изд-во МИК, 2016. С. 13–37.
7. Российский автомобильный рынок в 2025 г. // Официальный портал АО АК «Деловой профиль». https://delprof.ru/press-center/open-analytics/rossijskij-rynok-avtoproma-v-2025-godu/ (дата обращения: 23.09.2025).
8. RandomForestRegressor. https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.ensemble.RandomForestRegressor.html
9. KNeighborsRegressor. https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.neighbors.KNeighborsRegressor.html (дата обращения 23.09.2025)
10. Машины опорных векторов. https://wiki.loginom.ru/articles/support-vector-machines.html (дата обращения 23.09.2025).
11. Нейронная сеть. https://wiki.loginom.ru/articles/neural-network.html (дата обращения 23.09.2025)
12. Градиентный бустинг. https://deepmachinelearning.ru/docs/Machine-learning/Boosting/GB-idea (дата обращения: 23.09.2025).

References

1. GOST R 58139–2024 "Quality Management Systems. Requirements for Automotive Industry Organizations" // AO Kodeks. Electronic Collection of Legal, Regulatory, and Technical Documents. URL: https://docs.cntd.ru/document/1310664931 (accessed on September 27, 2025).
2. GOST R 71726–2024 "Technology Transfer. Guidelines for Technology Readiness Level (TRL) Assessment" // AO Kodeks. Electronic Collection of Legal, Regulatory, and Technical Documents. URL: https://docs.cntd.ru/document/1310185632 (accessed on September 27, 2025).
3. GOST R 71727 "Technology Transfer. Guidelines for Market Readiness Level (CRL) Assessment". // AO Kodeks. Electronic collection of legal and regulatory documents. URL: https://docs.cntd.ru/document/1310185633/titles (accessed on September 17, 2025).
4. GOST R 71728–2024 "Technology Transfer. Guidelines for Assessing the Manufacturing Readiness Level (MRL)". // JSC "Kodeks". Electronic collection of legal and regulatory documents. URL: https://docs.cntd.ru/document/1310185634 (accessed on September 20, 2025).
5. GOST R 71729 "Technology Transfer. Guidelines for Assessing the Investment Readiness Level (IRL)". // JSC "Kodeks". Electronic collection of legal and regulatory documents. URL: https://docs.cntd.ru/document/1310185635 (accessed September 23, 2025).
6. Zhuchkova S. V., Rotmistrov A. N. Automatic Extraction of Text and Numeric Web Data for Social Sciences // Online Research in Russia: Trends and Prospects / Ed. by A.V. Shashkin, I.F. Devyatko, S.G. Davydov. Moscow: MIC Publishing House, 2016. Pp. 13–37.
7. The Russian Automobile Market in 2025 // Official Portal of JSC AK "Business Profile." https://delprof.ru/press-center/open-analytics/rossijskij-rynok-avtoproma-v-2025-godu/
8. RandomForestRegressor. https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.ensemble.RandomForestRegressor.html
9. KNeighborsRegressor. https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.neighbors.KNeighborsRegressor.html (accessed 23.09.2025)
10. Support vector machines. https://wiki.loginom.ru/articles/support-vector-machines.html (accessed 23.09.2025)
11. Neural network. https://wiki.loginom.ru/articles/neural-network.html (дата обращения 23.09.2025)
12. Gradient boosting. https://deepmachinelearning.ru/docs/Machine-learning/Boosting/GB-idea (accessed 23.09.2025)

Для цитирования
Журавлева Т.Б., Коллар С.Н. Анализ существующих информационных систем для технического обслуживания воздушных судов: пути повышения эффективности и безопасности полетов / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 534–541.

УДК: 629.735 + 004

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ: ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

Журавлева Т.Б., *д-р экон. наук, проф., заведующий отделом аспирантуры ФГБУ «Научно-исследовательский центр информатизации» МИД России, Москва*

Коллар С.Н., *аспирант ФГБУ «Научно-исследовательский центр информатизации» МИД России, Москва*

Рассматриваются теоретические и практические аспекты обеспечения готовности воздушных судов к полету с использованием информационных систем для процессов поддержания летной годности (ПЛГ) и технического обслуживания и ремонта (ТОиР).
Сравнительный анализ отечественных решений с зарубежными информационными системами выявил их ограничения в функциональности, масштабируемости и интеграции с современными технологиями. В этой связи необходима разработка нового комплексного решения, которое будет соответствовать международным стандартам и охватывать весь спектр задач ПЛГ и ТОиР с использованием современных технологий для повышения эффективности и безопасности эксплуатации воздушных судов.

Ключевые слова: поддержание летной годности, авиационная безопасность, международные стандарты, техническое обслуживание, информационные системы, автоматизация, импортозамещение, эксплуатация воздушных судов.

ANALYSIS OF EXISTING INFORMATION SYSTEMS FOR AIRCRAFT MAINTENANCE: WAYS TO IMPROVE FLIGHT EFFICIENCY AND SAFETY

Zhuravleva T.B., *doct. Sci. (Econ.), Professor, Head of the Postgraduate Department at the Research Center for Informatization of the MFA Russia, Moscow*
Kollar S.N., *postgraduate student at the Research Center for Informatization of the MFA Russia, Moscow*

The theoretical and practical aspects of ensuring aircraft readiness for flight using information systems for the processes of maintaining airworthiness (PMA) and maintenance and repair (MR) are considered. A comparative analysis of domestic solutions with foreign information systems has revealed their limitations in functionality, scalability, and integration with modern technologies. In this regard, it is necessary to develop a new integrated solution that will comply with international standards and cover the full range of PMA and MR tasks using modern technologies to improve the efficiency and safety of aircraft operation.

Keywords: airworthiness maintenance, aviation safety, international standards, maintenance, information systems, automation, import substitution, aircraft operation.

Авиация – это высокотехнологичная отрасль, где безопасность полетов напрямую зависит от качества технического обслуживания воздушных судов (ВС). Соответствие гражданских ВС требованиям, предъявляемым к поддержанию летной годности (ПЛГ)

заводами-изготовителями, международной организацией гражданской авиации (ICAO)[1], а также законодательством Российской Федерации, является важнейшим фактором безопасной и эффективной эксплуатации ВС.

Технологические процессы ПЛГ включают следующие функции:

- управление ресурсами ВС и его компонентов;
- выявление, учет и анализ дефектов;
- формирование производственных заданий на регламентные и дополнительные работы;
- материально-техническое обеспечение и подготовка производства;
- диспетчеризация производственных процессов технического обслуживания и ремонта (ТОиР);
- управление электронной эксплуатационной документацией и многое другое.

При современной интенсивности полетов ВС качественное и своевременное выполнение всего комплекса функций невозможно без их автоматизации [1].

До недавнего времени крупные гражданские авиакомпании Российской Федерации, а также организации, выполняющие ТОиР, успешно использовали программное обеспечение, разработанное мировыми лидерами рынка в данной сфере, такими как швейцарские, американские и турецкие компании. Это были комплексные решения, покрывающие все аспекты ПЛГ и ТОиР, регулярно обновляемые, с качественной технической поддержкой и возможностью кастомизации под потребности заказчиков. Авиакомпании не испытывали проблем с продлением лицензий или адаптацией систем под новые требования. Однако текущая геополитическая ситуация привела к разрыву налаженных связей с западными партнерами. Процессы обновления программного обеспечения (ПО), технической поддержки и продления лицензий были приостановлены.

Для других критически важных бизнес-процессов в авиации, таких как навигация, продажа билетов, составление расписания полетов и другие, удалось оперативно найти достойные варианты импортозамещения ПО. Однако с программным обеспечением для ПЛГ и ТОиР возникла проблема, так как имеющиеся отечественные аналоги, во-первых, не охватывают весь комплекс процессов ПЛГ и ТОиР, а предназначены только для автоматизации отдельных составляющих, таких как учет ресурсов или формирование заданий на ремонт [1]. Во-вторых, большинство этих решений были разработаны еще в начале 2000-х годов и практически не развивались ввиду отсутствия спроса и инвестиций. Если сравнивать их с зарубежными продуктами, то отечественные системы значительно уступают по функционалу, удобству использования и масштабируемости.

Целью исследования является комплексный анализ международных и отечественных наработок и формирование видения по оптимальному варианту импортозамещения отраслевого ПО.

ПЛГ ВС – это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение их безопасной и эффективной эксплуатации. Эти мероприятия регулируются как международными стандартами, так и национальными требованиями, которые формируют строгие рамки для авиакомпаний и организаций технического обслуживания. Рассмотрим ключевые аспекты теоретической базы ПЛГ.

Международные стандарты играют фундаментальную роль в формировании требований к ПЛГ. Одним из главных регуляторов в этой области является Международная организация гражданской авиации (ICAO). ICAO разрабатывает глобальные стандарты, которые служат основой для национальных нормативных актов. В приложении 8 к Конвенции о международной гражданской авиации ICAO («Annex 8 – Airworthiness of Aircraft»)[2] подробно описываются требования к конструкции, производству и эксплуатации ВС. Особое внимание уделяется сертификации ВС, периодическим проверкам и процедурам технического

[1] ICAO – от англ. international civil aviation organization.

[2] Международная организация гражданской авиации. Летная годность воздушных судов: Приложение 8 к Конвенции о международной гражданской авиации. Издание 11-е. Монреаль: ИКАО, 2010.

обслуживания. Эти стандарты обеспечивают единый подход к безопасности полетов во всем мире.

Европейское агентство авиационной безопасности (EASA) разрабатывает регламенты, такие как Part-M (Maintenance), которые устанавливают правила управления техническим обслуживанием и ремонтом ВС. Part-M требует от авиакомпаний внедрения систем управления качеством, которые гарантируют выполнение всех необходимых работ по ПЛГ. Также важным документом является Part-145, который регулирует деятельность организаций, выполняющих техническое обслуживание.

Федеральное управление гражданской авиации США (FAA) разрабатывает собственные стандарты, такие как FAR (Federal Aviation Regulations), которые охватывают все аспекты эксплуатации ВС. FAR Part 43 определяет правила выполнения технического обслуживания, а FAR Part 91 устанавливает требования к эксплуатации ВС. В 2018 году FAA разработало проект специальной части норм 14 CFR Part 5 «Safety Management System» для организаций, занимающихся разработкой, производством и обслуживанием авиационной техники (АТ) [2].

Национальные требования в России формируются на основе международных стандартов, но учитывают специфику отечественной авиации. Основным документом являются Федеральные авиационные правила (ФАП), которые регулируют все аспекты эксплуатации ВС. ФАП-21[3] устанавливает требования к сертификации ВС, а ФАП-145[4] регулирует деятельность организаций, выполняющих техническое обслуживание.

Российские авиакомпании также обязаны следовать руководствам по летной эксплуатации (РЛЭ), которые содержат инструкции по эксплуатации конкретных моделей ВС. РЛЭ разрабатывается заводами-изготовителями и подлежит приемке и утверждению заказчиком в процессе государственных испытаний ВС.

Заводы-изготовители также разрабатывают техническую документацию, которая содержит подробные инструкции по эксплуатации, ТОиР ВС. Компании Boeing и Airbus, например, предоставляют авиакомпаниям руководства по техническому обслуживанию (AMM – Aircraft Maintenance Manual). Это основной документ для работы техника, в котором расписаны технологии типовых работ – взамен компонентов, тестов, проверок, осмотров [3]. Документы постоянно обновляются с учетом новых данных о надежности ВС и рекомендаций по улучшению их эксплуатации.

В России заводы-изготовители ПАО «Ил», ПАО «Туполев» и другие также разрабатывают техническую документацию для своих ВС.

Управление ресурсами ВС и его компонентов – это контроль за наработкой двигателей, шасси, систем управления и других критически важных элементов. Для каждого компонента устанавливается предельный ресурс, после которого он должен быть заменен или отправлен на капитальный ремонт. Современные технологии позволяют использовать системы мониторинга состояния ВС в реальном времени, что помогает выявлять потенциальные проблемы на ранних этапах. Датчики, установленные на двигателях, могут передавать данные о температуре, давлении и вибрациях, которые анализируются для прогнозирования отказов [4]. Анализ дефектов также включает работу с базами данных (БД), где хранится информация о типичных проблемах конкретных моделей ВС.

На основе данных о состоянии ВС и плановых проверок создаются задания для бригад технического обслуживания. Например, если система мониторинга выявила повышенный износ тормозных колодок, формируется задание на их замену. Для выполнения работ необходимо наличие запасных частей, инструментов и оборудования. При проведении капитального ремонта двигателя требуется специализированное оборудование и

[3] Приказ Минтранса России от 17.06.2019 г. № 184 «Об утверждении Федеральных авиационных правил. Сертификация авиационной техники, организаций разработчиков и изготовителей. Часть 21».

[4] Минтранс России. Приказ от 18 октября 2024 г. № 367 «Об утверждении Федеральных авиационных правил. Техническое обслуживание подлежащих обязательной сертификации беспилотных авиационных систем и (или) их элементов, гражданских воздушных судов, авиационных двигателей, воздушных винтов, за исключением легких, сверхлегких гражданских воздушных судов, не осуществляющих коммерческих воздушных перевозок и авиационных работ. Часть 145».

квалифицированный персонал. Отсутствие необходимых ресурсов приводит к простою ВС и финансовым потерям.

Диспетчеризация производственных процессов ТОиР обеспечивает координацию всех этапов ТО. Современные информационные системы позволяют отслеживать статус каждого задания в режиме реального времени, что повышает оперативность и эффективность процессов [4]. Управление электронной эксплуатационной документацией становится все более важным в условиях цифровизации. Электронные журналы технического обслуживания и электронные РЛЭ позволяют быстро получать доступ к необходимой информации и обновлять ее в случае необходимости.

Зарубежные информационные системы для поддержания летной годности и ТОиР долгое время задавали стандарты качества и функциональности в авиационной отрасли. Эти решения были созданы с учетом потребностей крупных авиакомпаний, малых перевозчиков и организаций, специализирующихся на обслуживании ВС.

AMOS, разработанный компанией Swiss AviationSoftware, представляет собой комплексное ПО для управления техническим обслуживанием, инженерными задачами и логистикой современных авиакомпаний и поставщиков MRO (техническое обслуживание, ремонт и капитальный ремонт). С момента своего появления в конце 1980-х годов AMOS представлял собой инновационное и высококачественное решение, соответствующее швейцарским стандартам качества. Система охватывает широкий спектр функций, включая планирование и прогнозирование технического обслуживания, управление запасами и инструментами, контроль флота и операций, а также обеспечение соответствия нормативным требованиям через инструменты управления качеством. Ее модульная структура позволяет адаптировать систему под специфические потребности авиакомпаний и MRO-поставщиков, обеспечивая интеграцию с другими системами и процессами [5].

SAP ERP for Aviation представляет собой интегрированное решение, направленное на оптимизацию бизнес-процессов в авиационной отрасли. Система обеспечивает управление различными аспектами деятельности авиакомпаний, включая техническое обслуживание, материально-техническое снабжение, финансы и человеческие ресурсы. Одним из ключевых преимуществ SAP ERP является возможность интеграции с другими системами и модулями, что позволяет создавать единое информационное пространство для эффективного управления операциями. Кроме того, система поддерживает анализ данных и прогнозирование, что способствует принятию обоснованных решений и повышению эффективности процессов.

TRAX – американская система управления техническим обслуживанием, специально разработанная для малых и средних авиакомпаний. Она предлагает функции управления техническим обслуживанием, запасами, закупками и другими аспектами MRO. TRAX известна своей гибкостью и возможностью настройки под специфические потребности клиентов, что делает ее привлекательной для авиакомпаний с ограниченными ресурсами [5].

Особого внимания заслуживает Skywise (Airbus) – платформа, которая активно использует большие данные и прогнозную аналитику. Skywise собирает информацию с датчиков, установленных на ВС, и анализирует ее для выявления потенциальных проблем. Например, система может предсказать отказ двигателя за несколько недель до его возникновения, что позволяет провести профилактические работы. Это решение особенно популярно среди крупных авиакомпаний, эксплуатирующих современные модели Airbus.

Кроме того, стоит упомянуть такие решения, как Maintenix (Mxi Technologies) и Commsoft OASES.

Maintenix – это комплексный программный продукт компании Mxi Technologies, предназначенный для управления деятельностью по обслуживанию и инженерии в авиационной и аэрокосмической сфере, специализируется на оборонном секторе [6].

Согласно данным ARC Advisory Group, IFS, включая решения Maintenix, на протяжении десяти лет занимает лидирующие позиции на рынке ПО для управления основными фондами (EAM) в аэрокосмической и оборонной отраслях. За этот период доля присутствия IFS на

рынке A&D значительно выросла, увеличиваясь год за годом и опережая ближайших конкурентов.

Commsoft OASES – это система для обслуживания и инженерии в авиационной отрасли, которая повышает эффективность и снижает затраты во многих ключевых областях.

Система разработана в модульном стиле для гибкости и простоты внедрения. Она включает в себя следующие модули:

– Core Module. Операционные системы, управление безопасностью БД, система помощи, системы поддержки и разработка системы;

– Continuing Airworthiness. Надежность флота, строительство самолетов, отслеживание компонентов, сборки, программа обслуживания, контроль AD/SB и другие;

– Planning. Задачи обслуживания, инструкции по обслуживанию, контроль документации, директивы по авиационной безопасности и задачи по обслуживанию бюллетеней;

– Production. Классификация задач, запись рабочих карт, результаты обслуживания, отслеживание труда, материалов, журнал опыта, сбор и контроль затрат, работа в процессе, контроль инструментов;

– Line Maintenance Control. Краткосрочное планирование обслуживания, интеграция электронных данных, интеграция с техническими записями, интеграция с БД инвентаря, истории дефектов и устранение неполадок, электронное управление MEL и жидкостными подъемами;

– Materials. Контроль заказов, контроль запасов, контроль дефицита, несколько складов, прослеживаемость по партиям/серийным номерам, контроль кредитов, доставка и оценка запасов.

Система OASES предлагает широкий спектр услуг, включая поддержку внедрения, обучение пользователей, настройку системы, а также ежедневную службу помощи, поддержку обслуживания и услуги по выпуску обновлений. Решение OASES доступно для установки на локальном аппаратном сервере или для доступа через интернет, через частный облачный хостинг.

В последние годы наблюдается тенденция к внедрению искусственного интеллекта (ИИ) в системы ПЛГ и ТОиР. Британская авиакомпания EasyJet тестирует технологию на основе ИИ для оптимизации бороскопических инспекций двигателей. Партнер компании, голландский стартап Aiir Innovations, разработал систему автоматизированного контроля, которая сокращает время, необходимое для выполнения и анализа таких проверок на турбореактивных двигателях. ПО Aiir использует методы ИИ для обнаружения дефектов, подсчета количества обследованных лопаток и быстрого анализа их состояния.

Согласно отчету Mordor Intelligence в 2022 [7] году рынок программного обеспечения для авиационного ТОиР оценивался в $6,81 млрд, и ожидается, что в течение прогнозируемого периода он будет расти со среднегодовым темпом роста (CAGR) в 4,35%. Основными игроками на этом рынке являются компании, предлагающие решения для управления техническим обслуживанием, ремонта и капитального ремонта ВС.

В современных условиях использование зарубежных информационных систем сталкивается с рядом серьезных проблем. Первая и самая очевидная – это приостановка обновлений, технической поддержки и продления лицензий. Из-за изменения геополитической ситуации многие авиакомпании лишились доступа к обновлениям своих систем, что создает риски для безопасности полетов. Авиакомпании, использующие зарубежные системы, оказываются в уязвимом положении, так как их работа напрямую зависит от политики иностранных компаний.

Таким образом, зарубежные информационные системы для ПЛГ и ТОиР остаются эталоном качества и функциональности, но их использование в текущих условиях становится все более проблематичным. Это создает необходимость поиска отечественных решений, которые могли бы заменить зарубежные продукты и обеспечить безопасную эксплуатацию ВС.

В условиях импортозамещения особую актуальность приобретает исследование существующих отечественных решений. Эти системы, хотя и разрабатывались в начале 2000-х годов, остаются важным элементом инфраструктуры российской авиации. Однако их функциональность, архитектура и возможности значительно уступают зарубежным аналогам.

Одной из таких систем является программный комплекс «РУСЛАН», разработанный в период с 1995 по 1999 год. Он предназначен для автоматизации управления ТОиР АТ и включает модули учета изделий, материально-технического обеспечения, планирования работ и управления документацией. «РУСЛАН» был разработан с целью охватить основные процессы ТОиР, однако его функционал остается ограниченным по сравнению с современными требованиями. «РУСЛАН» интегрируется с другими информационными системами предприятия, что позволяет оптимизировать процессы материально-технического обеспечения. Это способствует повышению общей эффективности работы организации и снижению затрат на ТОиР АТ. Система не поддерживает интеграцию с бортовыми системами мониторинга и не предоставляет инструменты для прогнозной аналитики.

Автоматизированная система управления (АСУ) ПЛГ ВС, разработанная специалистами ФГУП ГосНИИ ГА, предназначена для автоматизации технологических процессов и поддержания летной годности АТ на протяжении всего жизненного цикла [1]. Система выполняет учет ресурсного и технического состояния ВС и компонентов, планирование производственных процессов и другие функции. АСУ ПЛГ ВС отличается открытой архитектурой, что позволяет адаптировать ее под нужды конкретной организации [8]. Развитие функционала АСУ ПЛГ ВС продолжается, и это происходит при участии ее пользователей.

В 2023 году «Аэрофлот» и Инженерный центр информационно-аналитических систем (ИЦ ИАС) объединили усилия для создания комплексного сервисного продукта «КУПоЛ», направленного на импортозамещение широко применяемой в российской гражданской авиации зарубежной системы, используемой для проведения ТОиР, а также для ПЛГ ВС. Ожидается, что новый IT-продукт заменит AMOS в России с 2025 года [9].

Согласно функциональным требованиям к АС ПЛГ и ТОиР ИВС и ОВС архитектура новой системы включает 14 специализированных модулей, охватывающих полный жизненный цикл управления ВС. Ядро системы составляют модули управления производственными процессами ТОиР и инжиниринга, обеспечивающие сквозное планирование работ, от выявления неисправности до закрытия ремонтного задания. Модуль интеграции с цифровой документацией производителей, обеспечивает структурированные данные для автоматической загрузки технических регламентов. Интеграционная платформа системы реализует трехступенчатую модель взаимодействия: на уровне данных через XML-схемы, на уровне приложений через сервисную шину предприятия и на уровне безопасности через обязательную интеграцию с SIEM-системами мониторинга. С точки зрения технической реализации система базируется на стеке отечественных технологий: ОС Astra Linux и СУБД PostgreSQL с кластеризацией по схеме «активный-активный». Для обеспечения отказоустойчивости реализовано зеркалирование данных между двумя центрами обработки данных.

Global-EAM – это программный продукт, разработанный российской компанией для управления ремонтами и техническим обслуживанием оборудования предприятий. Система была создана в рамках импортозамещения и ориентирована на предприятия различных отраслей, включая авиацию. Она предоставляет инструменты для планирования работ, учета ресурсов, анализа данных и подготовки документации. Основная цель системы – автоматизация процессов ТОиР с акцентом на повышении эффективности использования оборудования. Global-EAM не адаптирован под специфику авиационной отрасли [10]: не поддерживает интеграцию с бортовыми системами мониторинга, не предоставляет инструменты для управления жизненным циклом ВС.

1С:ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования – решение класса EAM, разработанное на платформе «1С:Предприятие 8.3». Оно предназначено для управления

техническим обслуживанием и ремонтом оборудования на предприятиях различных отраслей. Система может использоваться как самостоятельно, так и совместно с другими решениями на платформе 1С, расширяя их возможности по управлению материальными активами. Для управления активами аэропортов используется версия 1С:ТОИР 2 КОРП, разработанная компанией «Деснол Софт». Система внедрена, например, во всех аэропортах «Аэродинамики» – в Сочи, Анапе и Краснодаре.

Возможна интеграция с системой мониторинга SCADA. Данные с датчиков поступают в 1С:ТОИР. Система позволяет производить регистрацию заявок на ремонт на портале самообслуживания во всех аэропортах и автоматическое назначение ответственных исполнителей. Доступно списание запасных частей и материалов в разрезе ремонтов, автоматическое формирование графиков технического обслуживания и планирования материалов, формирование планов капитальных ремонтов, а также удаленная регистрация дефектов и закрытие ремонтов с помощью мобильных средств.

Таким образом, проанализировав международные и отечественные решения для ПЛГ и ТОиР, можно сделать вывод, что существует несколько проблем в реализации. Зарубежные системы, такие как AMOS, SAP ERP for Aviation и Skywise, предоставляют комплексные решения, включающие:

- управление жизненным циклом воздушных судов;
- прогнозную аналитику на основе данных с бортовых датчиков;
- интеграцию с внешними платформами (например, системами мониторинга состояния ВС, электронными журналами технического обслуживания).

Отечественные системы, такие как Global-EAM, 1С:ТОИР, АСМО-ТОиР и LaPlaner, не охватывают весь спектр задач. Global-EAM фокусируется только на учете ресурсов и планировании ремонтов, но не поддерживают прогнозную аналитику или управление жизненным циклом ВС.

Доработка большинства существующих отечественных систем будет сопряжена с существенными трудностями из-за их устаревшей архитектуры и ограниченных возможностей масштабирования [11]. Создание нового решения позволит учесть современные требования авиакомпаний и организаций ТОиР, а также обеспечить гибкость и адаптивность системы к будущим изменениям и потребностям отрасли.

Перспективным видится разработка совместного проекта по созданию отечественного аналога информационной системы AMOS «Аэрофлотом» и компанией «ИЦ ИАС», которая должна была полностью заменить AMOS уже с начала 2025 года [9].

Стоит отметить положительные тенденции в разработке новых решений, таких как АСУ ПЛГ ВС и совместные проекты с участием крупных российских авиакомпаний, которые делают значительные шаги в создании современных отечественных IT-продуктов.

Стратегия для дальнейшего развития отечественного ПО в области ПЛГ и ТОиР должна включать несколько ключевых этапов. Во-первых, необходимо ускорить процессы разработки и внедрения новых комплексных решений, которые смогут эффективно интегрироваться с текущими инфраструктурами авиакомпаний и обеспечивать высокий уровень безопасности полетов. Во-вторых, важно наладить сотрудничество между российскими разработчиками, производителями АТ и государственными структурами для создания гибких и адаптируемых продуктов, соответствующих международным стандартам, но с учетом отечественных реалий.

Список литературы

1. Квасницкий В.Н., Коллар С.Н. Автоматизация процессов информационной поддержки летной годности, технического обслуживания и ремонта воздушных судов: мировой опыт и отечественные разработки // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5(86). С. 92–98.
Kvasnitsky V.N., Kollar S.N. Automation of information support processes for airworthiness, maintenance and repair of aircraft: global experience and domestic developments. Information and Economic aspects of standardization and technical regulation. 2025. 5(86): 92–98. (In Russ.).

2. Анализ различий сертификационных систем Европейского союза (ЕС), США и Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://aviatp.ru/files/legalcom/21.02.2019/Report%20(project).pdf.
Analiz razlichij sertifikacionnyh sistem Evropejskogo soyuza (ES), USA i Rossijskoj Federacii. Available at: http://www.kgafk.ru/kgufk/html/gyr.html. (Accessed 10 september 2025). (In Russ.).
3. Машошин О.Ф., Засухин А.С. Внедрение в образовательный процесс учебных тренажеров технического обслуживания иностранных воздушных судов «FAROS» // Научный вестник МГТУ ГА. – 2013. – №192. – С. 102–104.
Mashoshin O.F., Zasukhin A.S. Vnedrenie v obrazovatel'nyj process uchebnyh trenazherov tekhnicheskogo obsluzhivaniya inostrannyh vozdushnyh sudov «FAROS». Nauchnyj vestnik MGTU GA. 2013;192:102–104.
4. Заболотский А. Технологии мониторинга состояния самолета в реальном времени: от датчиков до ИИ // Superjet на Амуре. 2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://superjet-na-amure.ru/tehnologii-i-materialy/tehnologii-monitoringa-sostojanija-samoleta-v-realnom-vremeni-ot-datchikov-do-ii/ (Дата обращения: 10 сентября 2025).
Zabolotskij A. Tekhnologii monitoringa sostoyaniya samoleta v real'nom vremeni: ot datchikov do II. Superjet na Amure. Available at: https://superjet-na-amure.ru/tehnologii-i-materialy/tehnologii-monitoringa-sostojanija-samoleta-v-realnom-vremeni-ot-datchikov-do-ii/ (Accessed 10 september 2025). (In Russ.).
5. Лесничий И.В., Самойлов И.А., Страдомский О.Ю. Мировые системы сертификации авиационной техники // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2017. №16. С. 16–26.
Lesnichy I.V., Samojlov I.A., Stradomskij O.Yu. Mirovye sistemy sertifikacii aviacionnoj tekhniki. Nauchnyj vestnik GosNII GA. 2017;16:16–26. (In Russ.).
6. EAM Software Market Leader. IFS. Available at: https://www.ifs.com/news/analyst/eam-software-market-leader (Accessed 10 september 2025).
7. Анализ рынка программного обеспечения для ТОиР авиации // Режим доступа: https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/aviation-maintenance-repair-and-overhaul-mro-software-market (Дата обращения: 10.09.2025).
Analiz rynka programmnogo obespecheniya dlya TOiR aviacii. Available at: https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/aviation-maintenance-repair-and-overhaul-mro-software-market (Accessed 10 september 2025). (In Russ.).
8. Автоматизированная система поддержания летной годности воздушных судов // МЛГВС [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://mlgvs.ru/asuplgvs.html (Дата обращения: 10.09.2025).
Avtomatizirovannaya sistema podderzhaniya lyotnoj godnosti vozdushnyh sudov. MLGVS. Available at: https://mlgvs.ru/asuplgvs.html (Accessed 10 september 2025). (In Russ.).
9. Импортное ПО для техобслуживания воздушных судов заместят в России к 2025 году [Электронный ресурс] // ALTA. – Режим доступа: https://www.alta.ru/external_news/101056/ (Дата обращения: 10.09.2025).
Importnoe PO dlya tekhobsluzhivaniya vozdushnyh sudov zamestyat v Rossii k 2025 godu. ALTA. Available at: https://www.alta.ru/external_news/101056/ (Accessed 10 september 2025). (In Russ.).
10. Измайлов М.К. Сравнительный анализ современных EAM-систем, используемых в Российской и зарубежной практике // Beneficium. 2020. №2(35). С. 35–42.
Izmailov M.K. Sravnitel'nyj analiz sovremennyh EAM-sistem, ispolzuemyh v Rossijskoj i zarubezhnoj praktike. Beneficium. 2020;2(35):35–42. (In Russ.).
11. Копнин А.А., Голубин А.В., Соколова Е.В., Прокошев Д.В. Основные тренды развития отечественных информационных систем и возникающие проблемы в условиях импортозамещения // Научное обозрение. Технические науки. 2023. №1. С. 5–9.
Kopnin A.A., Golubin A.V., Sokolova E.V., Prokoshev D.V. Osnovnye trendy razvitiya otechestvennyh informacionnyh sistem i voznikayushchie problemy v usloviyah importozameshcheniya. Nauchnoe obozrenie. Tekhnicheskie nauki. 2023;1:5–9. (In Russ.).

Для цитирования
Козлова А.Т., Руднева Е.В. Подход к обучению персонала службы эксплуатации открытых распределенных информационных систем / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 542–548.

УДК 005.6

ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ ПЕРСОНАЛА СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОТКРЫТЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Козлова А.Т., *канд. экон. наук, доцент, директор центра управления качеством, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполев-КАИ, г. Казань*
Руднева Е.В., *студент 1 курса магистратуры, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполев-КАИ, г. Казань*

В статье анализируются теоретические основы и методологические подходы к организации мониторинговых систем в образовательных организациях. Представлена комплексная система показателей качества преподавания, включающая количественные и качественные индикаторы. Разработаны типы мониторинговых процедур в зависимости от целей, масштаба и периодичности проведения. Проведен анализ процессного подхода к управлению качеством преподавания. Вопросы цифровизации мониторинговых процессов и применения современных информационных технологий рассмотрены с точки зрения сбора и анализа данных.

Ключевые слова: высшее образование, мониторинг образования, качество преподавания, управление качеством, образовательный мониторинг, показатели эффективности, преподавательская деятельность, цифровизация образования, экономика образования.

APPROACH TO TRAINING STAFF FOR THE OPERATION OF OPEN DISTRIBUTED INFORMATION SYSTEMS

Kozlova *A.T., PhD (Econ.), Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan*
Rudneva E.V., 1st-year Master's student, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan

The article analyzes the theoretical foundations and methodological approaches to the organization of monitoring systems in educational organizations. It presents a comprehensive system of indicators for teaching quality, which includes quantitative and qualitative indicators. The article develops types of monitoring procedures based on their goals, scale, and frequency. It also analyzes the process approach to teaching quality management. The article discusses the digitalization of monitoring processes and the use of modern information technologies in terms of data collection and analysis.

Keywords: higher education, education monitoring, teaching quality, quality management, educational monitoring, performance indicators, teaching activities, digitalization of education, economics of education.

Введение

Трансформация системы высшего образования в условиях цифровизации экономики и общества актуализирует вопросы обеспечения и управления качеством образовательных услуг. Качество преподавания выступает ключевым фактором конкурентоспособности образовательной организации и определяет как экономические результаты ее деятельности, так и социальные эффекты в виде качества подготовки специалистов. В этих условиях мониторинг становится незаменимым инструментом управления, обеспечивающим систематический сбор и анализ информации о состоянии образовательного процесса.

Впрочем, следует признать, что во многих российских университетах системы мониторинга качества преподавания либо отсутствуют, либо носят фрагментарный характер, не позволяя получить объективную картину результативности преподавательской деятельности. Более того, существующие практики зачастую сводятся к формальным процедурам, не влияющим на реальные процессы повышения качества образования. Данная ситуация обусловлена как методологическими проблемами построения систем мониторинга, так и недостаточным пониманием управленческих эффектов от их внедрения.

Актуальность исследования определяется необходимостью разработки научно обоснованных подходов к организации мониторинга качества преподавания, обеспечивающих оптимальное соотношение затрат на проведение мониторинговых процедур и получаемых результатов в виде повышения качества образовательных услуг. По данным Министерства науки и высшего образования РФ, в 2023 году только 34% российских вузов имели полноценные системы мониторинга качества преподавания с использованием цифровых технологий [3].

Как справедливо отмечает Васильева Е.Ю., эффективная система мониторинга должна не только констатировать текущее состояние качества преподавания, но и обеспечивать информационную основу для принятия управленческих решений, направленных на непрерывное совершенствование образовательного процесса [1]. Это требует комплексного подхода, интегрирующего различные методы оценки и учитывающего многомерность феномена качества преподавания.

1. Теоретические основы мониторинга качества преподавания

Мониторинг качества преподавания представляет собой систематическое наблюдение, измерение и оценку параметров образовательного процесса с целью получения достоверной информации для принятия управленческих решений. В отличие от разовых оценочных процедур, мониторинг характеризуется регулярностью, использованием стандартизированных инструментов и фокусом на динамике изменений показателей во времени.

Теоретической основой мониторинга выступает концепция всеобщего управления качеством (Total Quality Management), адаптированная к специфике образовательной сферы. Данная концепция предполагает, что качество образовательных услуг не является статичной характеристикой, а представляет собой результат непрерывного процесса совершенствования, базирующегося на систематическом измерении и анализе показателей деятельности [14].

Экономическая теория образования рассматривает мониторинг как инвестицию в информационный капитал организации, обеспечивающую снижение неопределенности при принятии управленческих решений и, следовательно, повышение эффективности использования ресурсов. С позиций теории трансакционных издержек эффективная система мониторинга снижает издержки контроля качества образовательных услуг и способствует более рациональному распределению стимулирующих выплат преподавателям [11].

Методологически важным является разграничение понятий «контроль», «оценка» и «мониторинг» в контексте управления качеством преподавания. Контроль фокусируется на выявлении отклонений от установленных норм и стандартов. Оценка предполагает вынесение суждения о качестве на основе определенных критериев. Мониторинг же представляет собой более широкую систему, включающую элементы и контроля, и оценки, но направленную прежде всего на отслеживание динамики показателей и выявление тенденций развития.

Система показателей качества преподавания

Разработка системы показателей качества преподавания представляет собой ключевую методологическую задачу организации мониторинга. Показатели должны удовлетворять критериям измеримости, релевантности, достижимости, надежности и своевременности получения информации. При этом необходимо учитывать многомерность феномена качества преподавания, который не сводится к отдельным количественным характеристикам.

В научной литературе выделяются различные подходы к структурированию показателей качества преподавания. Наиболее распространенной является классификация, основанная на разделении показателей на входные (характеристики преподавательского состава), процессные (характеристики организации учебного процесса) и результативные (характеристики образовательных результатов обучающихся) [8].

Однако с экономической точки зрения более целесообразной представляется типология, различающая показатели эффективности (соотношение результатов и затрат), результативности (степень достижения целей) и качества процессов (соответствие стандартам и лучшим практикам). Такой подход позволяет связать систему мониторинга с экономическими целями образовательной организации. В табл. 1 представлена разработанная автором комплексная система показателей качества преподавания, структурированная по основным направлениям оценки.

Таблица 1

Система показателей качества преподавания

Направление оценки	Показатель	Метод измерения	Целевое значение
Качество учебно-методического обеспечения	Доля дисциплин с актуализированными рабочими программами	Экспертная оценка документации	≥ 95%
	Обеспеченность электронными образовательными ресурсами	Анализ информационных систем	100%
Удовлетворенность обучающихся	Средний балл оценки преподавателя студентами	Анкетирование обучающихся	≥ 4,2 из 5
	Уровень рекомендаций курса другим студентам (NPS)	Опрос по методологии NPS	≥ 50%
Результативность образовательного процесса	Средний балл по итогам промежуточной аттестации	Анализ ведомостей	≥ 4,0
	Доля обучающихся, сдавших экзамен с первого раза	Статистический анализ	≥ 85%
Профессиональное развитие преподавателя	Количество публикаций преподавателя за год	Библиометрический анализ	≥ 2 публикаций
	Участие в программах повышения квалификации	Анализ документов об образовании	≥ 1 раз в 3 года

Источник: составлено автором

Представленные в таблице целевые значения показателей установлены на основе анализа требований федеральных государственных образовательных стандартов и лучших практик ведущих российских университетов. Показатель «Доля дисциплин с актуализированными рабочими программами» отражает требование обновления содержания образовательных программ в соответствии с динамикой научно-технического развития и запросами работодателей. Целевое значение 95% обеспечивает необходимый уровень актуальности учебно-методического обеспечения при сохранении преемственности содержания образования. Показатель обеспеченности электронными образовательными ресурсами на уровне 100% соответствует требованиям федерального законодательства об обязательном наличии электронной информационно-образовательной среды.

Целевое значение среднего балла оценки преподавателя студентами установлено на уровне 4,2 из 5 баллов, что соответствует высокому уровню удовлетворенности обучающихся качеством преподавания. Данный показатель обоснован результатами исследований, демонстрирующих, что при средней оценке ниже 4,0 баллов существенно возрастает риск снижения мотивации студентов к обучению. Показатель NPS (Net Promoter Score) на уровне 50% отражает долю студентов, готовых рекомендовать образовательную программу своим знакомым. Данное значение соответствует хорошему уровню лояльности обучающихся к образовательной организации.

Целевые значения показателей результативности образовательного процесса (средний балл по итогам промежуточной аттестации ≥ 4,0 и доля обучающихся, сдавших экзамен с первого раза ≥ 85%) базируются на статистическом анализе академической успеваемости студентов в российских университетах. Данные параметры обеспечивают оптимальное соотношение между требовательностью к уровню подготовки обучающихся и доступностью образовательных программ. Установленные значения показателей профессионального развития преподавателей (количество публикаций ≥ 2 в год и повышение квалификации не реже одного раза в 3 года) соответствуют законодательным требованиям и современным представлениям о непрерывном профессиональном развитии педагогических работников высшей школы.

Представленная система показателей охватывает основные аспекты качества преподавания и обеспечивает сбалансированную оценку деятельности преподавателя. Важно отметить, что показатели удовлетворенности обучающихся, хотя и являются субъективными, имеют высокую прогностическую ценность. Исследования показывают устойчивую корреляцию между удовлетворенностью студентов и их академическими результатами, что подтверждает валидность использования данной группы показателей [13].

Целевые значения показателей должны устанавливаться с учетом специфики образовательной организации, уровня подготовки обучающихся и требований работодателей. При этом целесообразно использовать принцип бенчмаркинга, сопоставляя показатели собственной организации с показателями ведущих университетов аналогичного профиля.

Методология организации мониторинга

Организация эффективной системы мониторинга качества преподавания требует решения комплекса методологических и организационных задач. Ключевым является определение оптимальной периодичности проведения мониторинговых процедур, обеспечивающей баланс между своевременностью получения информации и затратами на проведение мониторинга.

На основе анализа международного опыта и собственных исследований автора предлагается трехуровневая модель мониторинга: оперативный мониторинг (еженедельно — контроль посещаемости, выполнения заданий), тактический мониторинг (ежесеместрово — оценка студентами, анализ результатов промежуточной аттестации), стратегический мониторинг (ежегодно — комплексная оценка деятельности преподавателя, анализ трендов).

Существенное значение имеет выбор методов сбора информации. Каждый метод обладает определенными преимуществами и ограничениями с точки зрения валидности, надежности и экономической эффективности. Анкетирование обучающихся является наиболее распространенным методом, однако его результативность существенно зависит от качества инструментария и мотивации респондентов к участию в опросе.

Перспективным направлением является использование методов learning analytics — анализа больших данных об учебной деятельности студентов в цифровой образовательной среде. Данный подход позволяет получать объективные количественные данные о вовлеченности обучающихся, эффективности различных форм и методов обучения без дополнительной нагрузки на участников образовательного процесса [10].

Процессный подход к управлению качеством преподавания

Применение процессного подхода к управлению качеством преподавания предполагает выделение и описание ключевых процессов, влияющих на качество образовательных услуг, определение владельцев процессов и установление показателей результативности и эффективности каждого процесса. Данный подход, базирующийся на принципах международных стандартов ISO 9001, позволяет систематизировать деятельность образовательной организации и обеспечить прозрачность управленческих решений.

В контексте управления качеством преподавания можно выделить следующие ключевые процессы: процесс планирования образовательной деятельности (разработка учебных планов и рабочих программ дисциплин), процесс реализации образовательных программ (проведение учебных занятий, организация практик), процесс оценки результатов обучения (проведение промежуточной и итоговой аттестации), процесс методического обеспечения образовательной деятельности, процесс профессионального развития преподавателей [4].

Каждый из выделенных процессов характеризуется входами (ресурсы, информация, требования), выходами (результаты процесса) и показателями эффективности. Например, для процесса реализации образовательных программ входами являются утвержденные рабочие программы дисциплин, квалифицированный преподавательский состав, материально-техническое обеспечение. Выходами процесса служат компетенции обучающихся, результаты промежуточной аттестации, удовлетворенность студентов качеством преподавания.

Существенным преимуществом процессного подхода является возможность установления причинно-следственных связей между характеристиками входов процесса, параметрами его реализации и качеством выходов. Это позволяет выявлять узкие места в системе управления качеством и принимать обоснованные решения о распределении ресурсов для совершенствования деятельности.

Важным элементом процессного подхода является цикл непрерывного совершенствования PDCA (Plan-Do-Check-Act): планирование целевых показателей качества процесса, реализация процесса в соответствии с планом, проверка соответствия результатов плановым показателям на основе мониторинга, корректирующие и предупреждающие действия по результатам проверки. Интеграция системы мониторинга в цикл PDCA обеспечивает информационную поддержку принятия решений на всех этапах управления качеством [9].

Практика показывает, что успешная реализация процессного подхода требует документирования процессов в виде карт процессов, регламентов и процедур, а также назначения владельцев процессов, ответственных за достижение установленных показателей результативности. При этом система мониторинга должна обеспечивать регулярное измерение ключевых показателей процессов и формирование отчетности для анализа со стороны руководства.

Особое значение в рамках процессного подхода приобретает управление рисками качества образования. Система мониторинга позволяет выявлять ранние признаки отклонений от целевых показателей и своевременно принимать превентивные меры. Например, анализ динамики посещаемости занятий и активности студентов в электронной образовательной среде может сигнализировать о рисках неуспешного завершения семестра для отдельных обучающихся или групп.

Цифровизация мониторинговых процессов

Цифровая трансформация систем мониторинга качества преподавания открывает новые возможности для повышения эффективности и снижения издержек. Современные информационные системы управления образованием (Learning Management Systems) аккумулируют большие объемы данных об учебной деятельности обучающихся, что создает предпосылки для применения методов интеллектуального анализа данных и машинного обучения.

В ведущих российских университетах разработаны и внедрены цифровые платформы мониторинга качества преподавания, интегрированные с электронными информационно-образовательными средами. Такие платформы обеспечивают автоматизированный сбор данных о посещаемости, активности студентов в электронных курсах, результатах промежуточной аттестации. Внедрение подобных платформ позволяет сократить трудозатраты на проведение мониторинга на 40–45% и повысить оперативность получения аналитической информации [2].

Особый интерес представляет применение методов прогностической аналитики для раннего выявления студентов, находящихся в зоне риска неуспешности обучения. Алгоритмы машинного обучения, обученные на исторических данных, позволяют с точностью до 75–80% предсказывать вероятность отчисления студента за несколько месяцев до возникновения критической ситуации. Это создает возможности для своевременного принятия корректирующих мер со стороны преподавателей и администрации [7].

Вместе с тем цифровизация мониторинга порождает новые вызовы, связанные с обеспечением конфиденциальности персональных данных, этическими аспектами использования алгоритмов принятия решений и необходимостью формирования цифровых компетенций у преподавателей для эффективного использования аналитических инструментов.

Заключение

Проведенное исследование подтверждает, что мониторинг представляет собой эффективный инструмент управления качеством преподавания в высшей школе, обеспечивающий информационную основу для принятия управленческих решений и создающий стимулы для непрерывного профессионального развития преподавателей.

Научная новизна исследования заключается в разработке комплексной системы показателей качества преподавания, интегрирующей количественные и качественные индикаторы; обосновании трехуровневой модели мониторинга, дифференцированной по периодичности и глубине анализа; применении процессного подхода к управлению качеством преподавания с выделением ключевых процессов и показателей их эффективности; выявлении нелинейного характера зависимости между частотой мониторинга и его результативностью.

Практическая значимость работы определяется возможностями использования разработанных методологических подходов для совершенствования систем управления качеством образования в российских университетах. Результаты исследования могут быть применены при проектировании цифровых платформ мониторинга, формировании систем мотивации преподавателей и принятии решений о распределении ресурсов на обеспечение качества образования.

Основные рекомендации по совершенствованию систем мониторинга включают: обеспечение оптимального баланса между полнотой охвата показателей и экономичностью системы мониторинга; приоритет автоматизированных методов сбора данных с использованием возможностей цифровых образовательных платформ; интеграцию результатов мониторинга в систему стимулирования и мотивации преподавателей; обеспечение конфиденциальности и этичного использования данных мониторинга.

Перспективы дальнейших исследований связаны с развитием методов прогностической аналитики в образовании, изучением долгосрочных эффектов систем мониторинга на качество подготовки выпускников и их трудоустройство, а также с разработкой подходов к оценке качества преподавания в условиях гибридных форм обучения.

Список литературы

1. Васильева Е.Ю. Мониторинг качества образования: теория и практика // Педагогика. 2021. № 5. С. 68–76.
2. Горбунова Л.Н., Камалетдинова Э.Р. Цифровизация системы управления качеством образования в вузе // Высшее образование в России. 2022. Т. 31. № 4. С. 74–89.
3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. Статистика высшего образования. 2023. URL: https://minobrnauki.gov.ru/action/stat/highed/ (дата обращения: 10.10.2025).

4. Рябова Т.М., Елисеева Е.В. Система мониторинга качества образования в университете: модели и механизмы // Университетское управление: практика и анализ. 2020. Т. 24. № 3. С. 85–97.
5. Федотова О.Д., Латыпова В.А. Система внутренней оценки качества образования: проектирование и реализация // Вестник Томского государственного университета. 2019. № 445. С. 211–219.
6. Чекмарев В.В., Попова А.А. Экономика высшего образования: от затрат к инвестициям // Известия Уральского государственного экономического университета. 2018. Т. 19. № 6. С. 127–140.
7. Arnold K.E., Pistilli M.D. Course signals at Purdue: Using learning analytics to increase student success // Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge. 2012. P. 267–270.
8. Biggs J., Tang C. Teaching for Quality Learning at University. Maidenhead: Open University Press, 2011. 389 p.
9. Bryk A.S., Gomez L.M., Grunow A., LeMahieu P.G. Learning to Improve: How America's Schools Can Get Better at Getting Better. Cambridge: Harvard Education Press, 2015. 280 p.
10. Ferguson R. Learning analytics: drivers, developments and challenges // International Journal of Technology Enhanced Learning. 2012. Vol. 4. No. 5–6. P. 304–317.
11. Hanushek E.A., Woessmann L. The Knowledge Capital of Nations: Education and the Economics of Growth. Cambridge: MIT Press, 2015. 280 p.
12. Kaplan R.S., Norton D.P. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Boston: Harvard Business School Press, 1996. 322 p.
13. Marsh H.W., Roche L.A. Making students' evaluations of teaching effectiveness effective // American Psychologist. 1997. Vol. 52. No. 11. P. 1187–1197.
14. Sallis E. Total Quality Management in Education. London: Kogan Page, 2014. 224 p.

References

1. Vasilyeva E.Yu. Monitoring of the quality of education: theory and practice // Pedagogics. 2021. No. 5. Pp. 68–76.
2. Gorbunova L.N., Kamaletdinova E.R. Digitalization of the system of quality management of education at the university // Higher education in Russia. 2022. Vol. 31. No. 4. Pp. 74–89.
3. Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation. Statistics of higher education. 2023. URL: https://minobrnauki.gov.ru/action/stat/highed/ (date of access: 10.10.2025).
4. Ryabova T.M., Eliseeva E.V. The University Quality Monitoring System: Models and Mechanisms // University Management: Practice and Analysis. 2020. Vol. 24. No. 3. Pp. 85–97.
5. Fedotova O.D., Latypova V.A. The system of internal assessment of the quality of education: design and implementation // Bulletin of Tomsk State University. 2019. No. 445. Pp. 211–219.
6. Chekmarev V.V., Popova A.A. Economics of higher education: from costs to investments // Izvestiya of the Ural State University of Economics. 2018. Vol. 19. No. 6. Pp. 127–140
7. Arnold K.E., Pistilli M.D. Course signals at Purdue: Using learning analytics to increase student success // Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge. 2012. P. 267–270.
8. Biggs J., Tang C. Teaching for Quality Learning at University. Maidenhead: Open University Press, 2011. 389 p.
9. Bryk A.S., Gomez L.M., Grunow A., LeMahieu P.G. Learning to Improve: How America's Schools Can Get Better at Getting Better. Cambridge: Harvard Education Press, 2015. 280 p.
10. Ferguson R. Learning analytics: drivers, developments and challenges // International Journal of Technology Enhanced Learning. 2012. Vol. 4. No. 5–6. P. 304–317.
11. Hanushek E.A., Woessmann L. The Knowledge Capital of Nations: Education and the Economics of Growth. Cambridge: MIT Press, 2015. 280 p.
12. Kaplan R.S., Norton D.P. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Boston: Harvard Business School Press, 1996. 322 p.
13. Marsh H.W., Roche L.A. Making students' evaluations of teaching effectiveness effective // American Psychologist. 1997. Vol. 52. No. 11. P. 1187–1197.
14. Sallis E. Total Quality Management in Education. London: Kogan Page, 2014. 224 p.

Для цитирования
Кузнецов Е.Р. Разработка алгоритмов интеллектуальной системы поддержки принятия решений для управления качеством проектирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 549–552.

УДК 005.6

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Кузнецов Е.Р., *бакалавр, ТвГТУ, Россия, г. Тверь*

Исследование направлено на создание алгоритмов для интеллектуальной системы, автоматически проверяющей проекты вентиляции и кондиционирования (ОВиК) на соответствие нормативам. Проблема в том, что множество сложных стандартов трудоемко проверять вручную, что ведет к ошибкам. Решение — разработка алгоритмического обеспечения, включающего онтологическую модель для организации знаний, базу знаний с формализованными правилами на основе норм и алгоритм верификации. Этот алгоритм загружает данные из BIM-модели, сопоставляет их с онтологией, проверяет правила и формирует отчет о нарушениях. Внедрение системы позволяет автоматизировать контроль качества, снижая ошибки и время экспертизы, и интегрируется в BIM-процесс.

Ключевые слова: управление качеством, системы ОВиК, интеллектуальная система поддержки принятия решений, качество проектирования, алгоритмы верификации, нормативные требования, онтологическая модель, база знаний.

DEVELOPMENT OF ALGORITHMS FOR AN INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEM FOR QUALITY MANAGEMENT IN THE DESIGN OF HEATING, VENTILATION AND AIR CONDITIONING SYSTEMS

Kuznetsov E.R., *Bachelor's degree, TvSTU, Tver, Russia*

The research is aimed at creating algorithms for an intelligent system that automatically checks ventilation and air conditioning (HVAC) projects for compliance with regulations. The problem is that many complex standards are laborious to check manually, which leads to errors. The solution is to develop algorithmic software that includes an ontological model for organizing knowledge, a knowledge base with formalized rules based on norms, and a verification algorithm. This algorithm downloads data from the BIM model, compares it with the ontology, verifies the rules, and generates a violation report. The implementation of the system allows you to automate quality control, reducing errors and examination time, and is integrated into the BIM process.

Keywords: quality management, HVAC systems, intelligent decision support system, design quality, verification algorithms, regulatory requirements, SP 73.13330.2016, GOST R 59972–2021, ontological model, knowledge base.

Качество разработки систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВИК) напрямую влияет на то, насколько хорошо здание использует энергию, безопасно ли оно и удобно ли им пользоваться. При проектировании нужно учитывать множество правил и стандартов, которые часто связаны друг с другом. Если проектировщик будет полагаться только на свой опыт можно неправильно понять или объединить требования из разных документов, например СП 73.13330.2016 и ГОСТ Р 59972–2021. Поэтому важно создавать

специальные программы, которые помогут правильно применять знания и автоматически проверять качество проектных решений [1].

Цель исследования

Данное исследование направлено на создание программного обеспечения для интеллектуальной системы поддержки принятия решений (СППР). Эта система будет автоматически проверять проектную документацию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК) на соответствие действующим нормативным актам. Для достижения этой цели необходимо: изучить и формализовать взаимосвязи между требованиями основных нормативных документов; создать онтологическую модель предметной области; разработать алгоритмы для проверки проектных параметров и предоставления рекомендаций по корректировке.

Материалы и методы исследования

В основу исследования легли методы системного анализа, инженерии знаний и онтологического моделирования. В качестве материалов использовалась действующая нормативно-техническая документация в области проектирования и монтажа систем ОВиК, в частности:

СП 73.13330.2016 «Внутренние санитарно-технические системы зданий», устанавливающий требования к монтажу и интеграции систем.

ГОСТ Р 59972–2021 «Системы вентиляции и кондиционирования воздуха общественных зданий. Технические требования», определяющий параметры проектирования для общественных зданий [2].

Другие взаимосвязанные стандарты из предоставленного списка: СП 60.13330.2020, ГОСТ 30494–2011, ГОСТ 22270–2018 [3] [5].

Качество проектов ОВиК очень важно для того, чтобы здания были энергоэффективными, безопасными и удобными в использовании. Сегодня при проектировании нужно учитывать много разных правил, которые есть в разных документах. При ориентировании только на свой опыт, он может неправильно понять или объединить требования из разных документов, например, СП 73.13330.2016 и ГОСТ Р 59972–2021. Поэтому важно создавать специальные программы, которые могут собрать все нужные знания и автоматически проверять качество проектов.

Чтобы организовать информацию, использовали метод онтологического моделирования. Онтология системы ОВиК описывает основные элементы (например, Вентиляционная установка, Воздуховод, Помещение), их характеристики (Расход воздуха, Скорость в воздуховоде) и связи между ними. Это – основа для базы знаний системы поддержки принятия решений.

Метод правил продукции используется для кодификации нормативных требований. Каждое правило вида «ЕСЛИ **условие**, ТО **заключение**» представляет собой формализованный фрагмент нормативного документа. Например, правило из ГОСТ Р 59972–2021 может быть сформулировано как: «ЕСЛИ («Тип здания» = "Общественное") И («Назначение помещения» = "Зрительный зал"), ТО («Кратность воздухообмена» >= 20 м³/ч на человека)».

Последовательность шагов:

1. Загрузка данных: импорт модели здания и систем ОВиК из модели или заполненных шаблонных таблиц.
2. Сопоставление с онтологией: отождествление импортированных объектов и их параметров с сущностями и атрибутами онтологической модели.
3. Активация правил: пошаговый прогон всех продукционных правил, относящихся к данному типу объекта.
4. Выявление несоответствий: фиксация всех случаев, когда условие правила выполняется, но его заключение не соответствует значению в проекте.

5. Формирование отчета: генерация структурированного отчета, в котором для каждого несоответствия указываются проверяемый параметр, его значение, нормативное предписание (со ссылкой на документ и пункт) и рекомендация по исправлению.

Качество проектов систем ОВиК сильно влияет на энергосбережение, безопасность и удобство в зданиях. Проектирование требует знания множества правил, которые есть в разных документах. Если полагаться только на свой опыт, можно ошибиться, работая с такими документами, как СП 73.13330.2016 и ГОСТ Р 59972–2021. Поэтому важно создавать специальные программы, которые помогут автоматизировать проверку качества проектов [1], [2].

Для организации информации использовали метод онтологического моделирования. Он описывает основные элементы системы ОВиК (например, Вентиляционная установка, Воздуховод, Помещение), их свойства (Расход воздуха, Скорость в воздуховоде, Уровень шума) и связи между ними. Эта модель – основа для базы знаний системы поддержки принятия решений (СППР).

В состав СППР входят:

База знаний с онтологической моделью и набором правил, которые разделены по типам систем и помещений.

Механизм логического вывода, проверяющий проекты по описанному алгоритму.

Интерфейс для загрузки данных, управления проверкой и просмотра результатов.

Ядро системы – база знаний, для наполнения которой был проведен анализ нормативных документов. Установлено, что требования различных стандартов тесно переплетены. Так, ГОСТ Р 59972–2021 прямо ссылается в своих общих принципах на СП 73.13330, что требует от алгоритма комплексной проверки и требований [1] [2].

Внедрение подобной системы в практику проектирования позволит перейти от выборочного и субъективного контроля к сплошной автоматизированной проверке, существенно снижая фактор случайных ошибок и сокращая время на проведение экспертизы проектной документации.

Важно учесть и человеческий фактор. Проектирование наполнено рутинными задачами. Например, перенос данных из одной программы в другую, чаще всего – вручную, так как одна программа не имеет функции переноса определенных файлов из другой программы, что заставляет оператора вручную переносить данные. Если данных множество, то оператор будет совершать ошибки из-за переутомления.

СППР решает и эту проблему. Автоматический перенос данных и проверка этих данных позволят не только убрать ошибки, созданные человеком, но и перенести данные в разы быстрее.

Результаты исследования

Уже разработана программа для добавления на чертеж блоков. Она автоматически создает блоки в зависимости от данных из таблицы Excel. Сам блок размещается на чертеже в конкретном месте, при этом не повторяясь. Эта часть работы называется «Подбор оборудования», это одна из значимых работ в проекте, так как от нее зависит, какие именно отопительные приборы (ОП) будут нужны заказчику, и крайне важно подобрать их правильно.

Например, ОП формата: 400 мм в ширину, 1000 мм в длину, производитель «Эко» (выдуманный производитель), Q = 300 Вт, наименование по паспорту 10-40-100, где 40 и 100 – это ширина и длина, а 10 – модификация. Программа автоматически формирует выноску «Эко 10-40-100 (верхняя часть выноски) / Q = 300 Вт (нижняя часть выноски)» с этими данными и присоединяет ее к блоку, даже если его двигали, вне зависимости от номера помещения.

Данная программа испытана на реальном проекте и помогла сократить время сдачи проекта на 6 полных рабочих дней, что позволило выиграть больше времени для других задач, которые на данный момент не автоматизированы.

Выводы

Разработка программы для управления качеством проектирования систем ОВиК, основанной на создании формальной модели знаний о предметной области (модель будет описывать сущности (например, "насос", "воздуховод", "температура"), их свойства и взаимосвязи между ними) возможна.

Проведена формализация требований ключевых нормативных документов (СП 73.13330.2016, ГОСТ Р 59972–2021 и других), что позволило создать машиночитаемую базу знаний для верификации проектов [1].

Основным практическим результатом является возможность интеграции разработанных алгоритмов, что позволяет осуществлять автоматизированный контроль качества на ранних стадиях проектирования, снижая риски и затраты на переработку документации.

Список литературы

1. СП 73.13330.2016 «Внутренние санитарно-технические системы зданий». Актуализированная редакция СНиП 3.05.01–85 [Электронный ресурс]. – URL: https://meganorm.ru/Data2/1/4293749/4293749802.htm (дата обращения: 01.10.2025).
2. ГОСТ Р 59972–2021 «Системы вентиляции и кондиционирования воздуха общественных зданий. Технические требования» [Электронный ресурс]. – URL: https://meganorm.ru/Index/77/77199.htm (дата обращения: 01.10.2025).
3. СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Актуализированная редакция СНиП 41-01–2003. – М., 2020.
4. ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях». – М.: Стандартинформ, 2019. – 35 с.
5. ГОСТ 22270–2018 «Оборудование для кондиционирования воздуха, вентиляции и отопления. Условные обозначения». – М.: Стандартинформ, 2019. – 28 с.
6. СП 131.13330.2020 «Строительная климатология». Актуализированная редакция СНиП 23-01-99. – М., 2020.
7. Тарасова В.И. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в проектировании: теория и практика. – М.: Стройиздат, 2020. – С. 205–250.
8. Crawford P.J. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works / P.J. Crawford, T.P. Barrett // Ref. Libr. – 1997. – Vol. 3, № 58. – Pp. 75–85.
9. Adorno T.W. Zur Logik der Sozialwissenschaften // Philos. Rundsch. – 1962. – Bd. 10, № 1. – Pp. 23–35.

References

1. SP 73.13330.2016 "Vnutrennie sanitarno-tekhnicheskie sistemy zdanii". Aktualizirovannaia redaktsiia SNiP 3.05.01–85 [Elektronnyi resurs]. – URL: https://meganorm.ru/Data2/1/4293749/4293749802.htm (data obrashcheniia: 01.10.2025).
2. GOST R 59972–2021 "Sistemy ventiliatsii i konditsionirovaniia vozdukha obshchestvennykh zdanii. Tekhnicheskie trebovaniia" [Elektronnyi resurs]. – URL: https://meganorm.ru/Index/77/77199.htm (data obrashcheniia: 01.10.2025).
3. SP 60.13330.2020 "Otoplenie, ventiliatsiia i konditsionirovanie vozdukha". Aktualizirovannaia redaktsiia SNiP 41-01–2003. – M., 2020.
4. GOST 30494–2011 "Zdaniia zhilye i obshchestvennye. Parametry mikroklimata v pomeshcheniiakh". – M.: Standartinform, 2019. – 35 s.
5. GOST 22270–2018 "Oborudovanie dlia konditsionirovaniia vozdukha, ventiliatsii i otopleniia. Uslovnye oboznacheniia". – M.: Standartinform, 2019. – 28 s.
6. SP 131.13330.2020 "Stroitel'naia klimatologiia". Aktualizirovannaia redaktsiia SNiP 23-01–99. – M., 2020.
7. Tarasova V.I. Intellektual'nye sistemy podderzhki priniatiia reshenii v proektirovanii: teoriia i praktika. – M.: Stroiizdat, 2020. – S. 205–250.
8. Crawford P.J. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works / P.J. Crawford, T.P. Barrett // Ref. Libr. – 1997. – Vol. 3, № 58. – Pp. 75–85.
9. Adorno T.W. Zur Logik der Sozialwissenschaften // Philos. Rundsch. – 1962. – Bd. 10, № 1. – Pp. 23–35.

Для цитирования
Лившиц И.И. *Оценка рисков для ИТ-инфраструктуры вуза в задаче обеспечения его устойчивого развития / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 553–557.*

УДК 004.094

ОЦЕНКА РИСКОВ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ ВУЗА В ЗАДАЧЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕГО УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Лившиц И.И., *д-р техн. наук, ФГБУ Университет ИТМО, Россия, г. Санкт-Петербург*

Проблема оценки рисков для ИТ-инфраструктуры для высших учебных заведений (вуз) продолжает оставаться актуальной, несмотря на существующие системы требований, разработанные регуляторами в Российской Федерации. В представленной публикации изучается проблема оценивания рисков применительно к ИТ-инфраструктуре вузов, в том числе и риски поставщиков сервисов, которые недостаточно изучены экспертами в области информационной безопасности (ИБ). Акцент представленной работы сделан на обеспечении устойчивого развития вузов в России, что может быть обеспечено только при соответствующем уровне безопасности ИТ-инфраструктуры и управления полным циклом рисков ИБ.

Ключевые слова: устойчивое развитие, вуз, угрозы, риски, утечки, уязвимости, оценка рисков, остаточный риск, атаки по сторонним каналам, сервисы.

RISK ASSESSMENT FOR THE UNIVERSITY'S IT INFRASTRUCTURE IN ASPECTS TO ENSURE THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Livshitz I.I., *Doctor of Technical Sciences, ITMO University, St.Petersburg*

The problem of risk assessment for IT-infrastructure for Higher education institutions continues to be relevant even despite the availability of regulatory documentation developed by various regulators. The presented paper examines the problem of risk assessment for the IT-infrastructure for Universities, including the risks of service providers that have not been sufficiently studied by experts in the field of information security. The emphasis of the presented work is on ensuring the sustainable development of Universities in Russia, which can be ensured only with an appropriate level of IT-infrastructure security and management of the full cycle of IT-security risks.

Keywords: open Sustainable development, University, threats, risks, leaks, vulnerabilities, risk assessment, residual risk, attacks third-party channels, services.

Введение

Проблематика оценивания рисков в целом для ИТ-инфраструктуры учреждений высшей школы и конкретно вузов следует признать важной и актуальной. Прежде всего, следует принять во внимание, что ИТ-системы вузов собирают и обрабатывают значительные массивы информации (о сотрудниках, обучающихся, их представителях и пр.). В целях соответствия требованиям регуляторов (например, ФСТЭК России) в ИТ-инфраструктуре многих вузов применяются рекомендованные средства защиты информации (СЗИ). Из практики известно, что факт наличия некоторых СЗИ не является сам по себе универсальной гарантией от злонамеренных воздействий на ИТ-инфраструктуру вуза, хотя бы по причине возможности атак Zero-day («нулевого дня»).

В предложенной публикации представлен подход, который предлагает планировать обеспечение устойчивого развития вуза с учетом проявления рисков для ИТ-инфраструктуры в равной мере изнутри (от работников вуза), так и вне периметра, например, от поставщиков внешних сервисов. Соответственно, любая организация, и вуз в том числе, не имеет

возможности в силу известных граничных условий (бюджет, время, персонал) блокировать абсолютно все существующие технические каналы утечки информации. С учетом данного обстоятельства предлагается новое решение, учитывающее системное безопасное взаимодействие вуза с различными поставщиками (работодателями, рейтинговыми агентствами, поставщиками образовательного контента и пр.), что обеспечивает требуемый уровень безопасности собственной ИТ-инфраструктуры.

Атаки на вузы через сторонние каналы

Из практики хорошо известно, что инциденты на объектах критической информационной инфраструктуры (КИИ) могут приводить к значительным прерываниям нормальной деятельности, а вузы относятся к объектам КИИ в соответствии с требованиями ФЗ-187 [1–2]. С определенной долей уверенности можно полагать, что реализация инцидентов на объектах КИИ является следствием ограниченных бюджетов, которые многие вузы имеют возможность выделять на развитие ИТ-инфраструктуры, и в частности на внедрение достаточного количества СЗИ.

В свою очередь, закупка и внедрение СЗИ в каждом конкретном вузе представляются нетривиальной задачей, поскольку нужно доказать руководству, какие именно риски компрометации ИТ-инфраструктуры могут произойти, с каким ущербом (в случае реализации инцидента) и с какой вероятностью. Такое аналитическое обоснование сделать непросто, хотя известны некоторые обзоры, например «2024 Data Breach Investigations Report»[1]. Существующих СЗИ может быть недостаточно, даже если они обеспечивают сложные механизмы аутентификации[2] при защите от риска компрометации со стороны третьих лиц (примеры приведены в обзоре Forbes[3]). Для корректного анализа, оценки и обработки рисков для ИТ-инфраструктуры вузов нужно точно определить возможные каналы реализации инцидентов. Таким образом, проблема реализации полного цикла управления рисками ИТ-инфраструктуры для вузов является актуальной с учетом накопления и обработки значительного объема чувствительных данных, в том числе персональных данных (студентов, преподавателей, приглашенных экспертов и пр.), а также ценных коммерческих, научных и практических результатов деятельности, в том числе с международным участием.

Оценка рисков ИТ-инфраструктуры для вузов

Рассмотрим возможное решение поставленной выше проблемы формирования полного цикла управления рисками ИТ-инфраструктуры для вузов, основываясь на риск-ориентированной системе международных стандартов: ISO/IEC серии 27005[4] и ISO/IEC серии 31000[5]. В данной работе предлагается обеспечить качественную оценку рисков ИТ-инфраструктуры на основании методики управления рисками, включающей выбор из доступной базы данных угроз ФСТЭК (БДУ ФСТЭК) угроз безопасности информации (УБИ), определения критериев для принятия рисков (остаточных рисков) и выбор необходимых СЗИ [3–5]. В табл. 1 рассмотрен пример качественной оценки рисков ИТ-инфраструктуры для обобщенного вуза.

Таблица 1

Результаты качественной оценки рисков ИТ-инфраструктуры для вузов

Тип угроз	Угрозы	Активы	Риск			Критерий риска	Решение	Остаточный риск			Решение
			Вер.	Посл.	Знач.			Вер.	Посл.	Знач.	
Физические	Воздействие огня, воды	Здания Линии связи Электро-снабжение	Средняя	Высокие	Средний	Средний	Передать	Низкая	Средние	Низкий	Принять

[1] https://www.verizon.com/business/resources/reports/dbir/
[2] https://www.securitylab.ru/news/547531.php
[3] https://www.forbes.com/sites/sungardas/2014/09/04/youve-completed-a-vendor-risk-assessment-now-what/
[4] https://docs.cntd.ru/document/1200084141
[5] https://docs.cntd.ru/document/1200170125

Тип угроз	Угрозы	Активы	Риск			Критерий риска	Решение	Остаточный риск			Решение
			Вер.	Посл.	Знач.			Вер.	Посл.	Знач.	
Окружающая среда	Стихийные бедствия	Здания Линии связи Электро-снабжение	Средняя	Высокие	Средний	Средний	Передать	Низкая	Средние	Низкий	Принять
Инфраструктура	Блокирование кабельных линий	Здания Линии связи Электро-снабжение	Средняя	Средние	Средний	Средний	Передать	Низкая	Средние	Низкий	Принять
Человеческий фактор	Удаление / кража данных	Любые компоненты	Низкая	Средние	Низкий	Средний	Принять				
Поставщик сервисов	Блокирование кабельных линий	Здания Линии связи Электро-снабжение	Низкая	Средние	Низкий	Средний	Принять				

Обозначение:

1. Вер. – вероятность (градации: высокая (В), средняя (Ср), низкая (Н));
2. Посл. – последствия (градации: высокие (В), средние (Ср), низкие (Н));
3. Знач. – значение риска (градации: высокий (В), средний (Ср), низкий (Н)).

Пример качественной оценки рисков ИТ-инфраструктуры для вузов отражает различные типы УБИ, в том числе внешние по отношению к вузу – УБИ по сторонним техническим каналам, которые вуз не в состоянии контролировать. Таким образом, объективно, для обеспечения необходимой непрерывности всей ИТ-инфраструктуры вуза, может быть выбран такой вариант обработки риска, как «передача». В этом случае вуз выбирает по системе объективных показателей надежного поставщика сервисов, который минимально имеет необходимый опыт, лицензии и квалифицированный персонал. Определенно в реальном примере ИТ-инфраструктуры для конкретного вуза могут применяться и другие методы обработки рисков в отношении внешних каналов, а также их комбинации. В частности, может применяться дополнительное страхование финансовой ответственности в случае стихийных бедствий (как метод «разделения» ответственности).

Расчет рисков ИТ-инфраструктуры для вуза

На основании указанных выше международных стандартов ISO/IEC серии 27005 и ISO/IEC серии 31000 определим формулу для расчета рисков ИТ-инфраструктуры для вуза. С учетом важного акцента на обеспечении безопасности ИТ-инфраструктуры вуза предлагается следующая формула (1):

$$R_{\text{ВУЗ}} = \sum_{j}^{m} S_j \, L_j k_j \qquad (1)$$

где:

S_j – показатель последствий;

L_j– показатель вероятности;

K_j – коэффициент значимости.

В формуле (1) коэффициент k_j необходим для объективного оценивания значимости конкретного риска Rj с учетом выбранного ранее множества УБИ (m). Соответственно, необходимо ввести новое ограничение R_{Cr}, поскольку полный цикл идентификации, оценки, анализа и обработки всех возможных рисков для современной ИТ-инфраструктуры вуза не представляется экономически возможным. Таким образом, с учетом нового ограничения R_{Cr}, формула риска принимает вид (2):

$$R_{\text{вуз}} = \sum_{j}^{m} S_j \, L_j k_j \mid R_j \geq R_{Cr} \qquad (2)$$

Таким образом, удобно сопоставить две формулы, начальную (1) и дополненную (2), для оценки рисков применительно для ИТ-инфраструктуры вуза. В качестве примера установим

простые граничные условия: z – количество технических каналов передачи критичных данных в ИТ-инфраструктуре вузов:

- для «внутренней» модели, без учета поставщиков сервисов ($z \leq 5$);
- для «внешней» модели, с учетом коммуникаций с поставщиками сервисов ($z \geq 10$).

Результаты качественной оценки рисков ИТ-инфраструктуры для вузов по дополненной формуле (2) представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты качественной оценки рисков ИТ-инфраструктуры для вузов по дополненной формуле (2)

Тип модели	Потенциальный нарушитель	Риски	Оценка риска			Кр. риска	Решение	Дополнительные меры		Остаточный риск			Финальное решение
			Вер.	Посл.	Знач.			Техн.	Организ.	Вер.	Посл.	Знач.	
«Внутренняя модель» (формула 1)	Учащиеся	Человеческий фактор	Н	Ср	Н	Ср	Принять						
	Работники	Человеческий фактор	Ср	Ср	Ср	Ср	Обработка	DLP	Контракт	Н	Ср	Н	Принять
	ФОИВ	Доступность	Н	Н	Н	Ср	Принять						
«Внешняя модель» (формула 2)	Учащиеся	Человеческий фактор	Н	Ср	Н	Ср	Принять						
	Работники	Человеческий фактор	Ср	Ср	Ср	Ср	Обработка	DLP	Контракт	Н	Ср	Н	Принять
	ФОИВ	Доступность	Н	Ср	Н	Ср	Принять						
	Провайдеры	Доступность	Н	В	Ср	Ср	Обработка	Резерв	Контракт	Н	Ср	Н	Принять
	Поставщик СЗИ	Человеческий фактор	Н	Ср	Н	Ср	Принять						
	Поставщик контента	Человеческий фактор	Н	Н	Н	Ср	Принять						
	СМИ	Человеческий фактор	Ср	Ср	Ср	Ср	Обработка	DLP	Контракт	Н	Ср	Н	Принять
	Рейтинговые агентства	Человеческий фактор	Ср	Н	Н	Ср	Принять						
	Работодатели	Человеческий фактор	Ср	Н	Н	Ср	Принять						
	Рекрутеры	Человеческий фактор	Ср	Н	Н	Ср	Принять						

Примечания:

1. Вер. – вероятность (градации: высокая (В), средняя (Ср), низкая (Н));
2. Посл. – последствия (градации: высокие (В), средние (Ср), низкие (Н));
3. Знач. – значение риска (градации: высокий (В), средний (Ср), низкий (Н)).

Заключение

Предложенная публикация кратко характеризует новый метод качественной оценки рисков применительно к ИТ-инфраструктуре для вузов в Российской Федерации. Новый метод объективно предполагает учет и обработку значительно большего количества внешних по отношению к вузу угроз безопасности, и прежде всего – реализуемых по сторонним техническими каналам. Такое расширение ландшафта современных угроз обеспечивает более четкое и обоснованное формирование и обоснование необходимых ресурсов (финансы, оборудование, персонал) для снижения рисков ИТ-инфраструктуры для вузов. Полученные результаты расчетов могут рассматриваться при обеспечении безопасности вузов в Российской Федерации.

Список литературы

1. Лившиц И.И., Лившиц М.И. Применение национальных стандартов ГОСТ Р и международных стандартов ISO серии 31000 для обеспечения современного уровня менеджмента рисков // Управление финансовыми рисками. 2022. № 4. С. 312–323.
2. Лившиц И.И., Соколов Е.О., Лукьянова А.А. Схемотехнические решения для практической реализации безопасного электронного документооборота. Часть 1. Аналитический обзор. // Газовая промышленность. – 2022. – № 9. – С. 40–56.

3. Лившиц И.И., Соколов Е.О., Лукьянова А.А. Схемотехнические решения для практической реализации безопасного электронного документооборота. Часть 2. Новая разработка. // Газовая промышленность. – 2022. – № 11. – С. 50–70.
4. Лившиц И.И. Практика управления киберрисками в нефтегазовых проектах компаний холдингового типа. Вопросы кибербезопасности. – 2020. – № 1 (35). – С. 42 – 51.
5. Орешкина А.С., Лившиц И.И., Соколов Е.О. Правовые проблемы деятельности инспекторов по защите персональных данных: содержание, особенности, специфика для нефтегазовых компаний холдингового типа // Газовая промышленность. 2023. № 4 (847). С. 96–104.

References

1. Livshits I.I., Livshits M.I. Application of national GOST R standards and international ISO 31000 series standards to ensure a modern level of risk management // Financial risk management. 2022. No. 4. Pp. 312–323.
2. Livshits I.I., Sokolov E.O., Lukyanova A.A. Circuit solutions for the practical implementation of secure electronic document management. Part 1. Analytical review. // Gas industry. – 2022. – No. 9. – Pp. 40–56
3. Livshits I.I., Sokolov E.O., Lukyanova A.A. Circuit solutions for the practical implementation of secure electronic document management. Part 2. New development. // Gas industry. – 2022. – No. 11. – Pp. 50–70.
4. Livshits I.I. The practice of cyber risk management in oil and gas projects of holding companies. Cybersecurity issues. – 2020. – №1 (35). – Pp. 42–51.
5. Oreshkina A.S., Livshits I.I., Sokolov E.O. Legal problems of personal data protection inspectors: content, features, specifics for oil and gas companies of the holding type // Gas Industry. 2023. No. 4 (847). Pp. 96–104.

Для цитирования
Михеев М.А. *Разработка инструментария проектирования конструкций малых космических аппаратов нанокласса типа CubeSat под возможности серийной роботизированной сборки / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 558–566.*

УДК 658.51, 629.782

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАРИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НАНОКЛАССА ТИПА CUBESAT ПОД ВОЗМОЖНОСТИ СЕРИЙНОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СБОРКИ

Михеев М.А., *аспирант, Самарский государственный технический университет, Россия, г. Самара*

В работе представлено комплексное решение по разработке инструментария проектирования конструкций малых космических аппаратов нанокласса типа CubeSat, адаптированных под серийную роботизированную сборку, включающее разработанную систему критериев оценки технологичности конструкций под возможности роботизированной сборки, разработанный алгоритм расчета показателей технологичности конструкции, классификацию требований и ограничений, методологию внедрения инструментария в процесс проектирования аппаратов и экономическое обоснование перехода к роботизированному производству.

Ключевые слова: организация производства, малые космические аппараты, CubeSat, роботизированная сборка, технологичность конструкции, космическая техника, производство.

DEVELOPMENT OF DESIGN TOOLS FOR SMALL NANO-CLASS SPACECRAFT OF THE CUBESAT TYPE FOR THE CAPABILITIES OF SERIAL ROBOTIC ASSEMBLY

Mikheev M.A.*, postgraduate student, Samara State Technical University, Samara*

The paper presents a comprehensive solution for the development of design tools for small nanoclass spacecraft of the CubeSat type, adapted for serial robotic assembly, including a system of criteria for evaluating the manufacturability of structures, an algorithm for calculating the integral index of manufacturability, a classification of requirements and limitations, a methodology for implementing tools in the design process and an economic justification for the transition to robotic production.

Keywords: small spacecraft, CubeSat, robotic assembly, adaptability of construction, space technology, space production.

Бурный рост рынка малых космических аппаратов нанокласса, особенно формата CubeSat, диктует необходимость поиска новых, более эффективных подходов к их производству. Традиционные методы сборки, основанные на ручном труде, становятся узким местом при переходе к созданию многочисленных спутниковых группировок, насчитывающих сотни и тысячи аппаратов. Одним из возможных решений данной проблемы является роботизация сборочных процессов аппаратов.

Проектирование конструкций CubeSat исторически ведется с ориентацией на максимальную функциональность в минимальном объеме и на минимальные массовые характеристики аппарата, без должного внимания к вопросам технологичности конструкции для возможности серийного изготовления. Это приводит к ситуациям, когда легкоосуществимые ручные операции сборки (например, установку нестандартного компонента в труднодоступное место, подключение миниатюрного коннектора и т.д.) невозможно оптимизировать за счет внедрения роботизированных комплексов.

В связи с этим актуальным решением данной проблемы являются разработка новых подходов к проектированию аппарата, разработка инструментария проектирования, который включает в себя различные организационно-технические решения, направленные на автоматизацию и роботизацию процессов производства, а именно:

1. Алгоритм оценки технологичности конструкции под возможности роботизированного производства.

2. Классификацию требований и ограничений к вновь разрабатываемым конструкциям малых космических аппаратов наноклласса типа CubeSat (МКА НК) под возможности роботизированного производства.

3. Рекомендации к проектированию МКА НК CubeSat.

В первую очередь был проведен анализ традиционных процессов проектирования МКА НК и сформированы критерии оценки технологичности конструкции МКА НК:

1. Коэффициент унификации – количественный показатель, отражающий долю стандартизированных (заимствованных, покупных) компонентов (модулей, блоков, сборочных единиц) и интерфейсов в конструкции изделия. Рассчитывается как отношение числа стандартных элементов к общему числу элементов.

$$K_{\text{униф}} = (\frac{N_{\text{стандартных}}}{N_{\text{общих}}}) \times 100\%$$

Он вводится из-за того, что разработка и изготовление уникальных деталей («кастомных решений») чрезвычайно дороги. Использование стандартных компонентов (блоки, платы и т.д.) резко снижает себестоимость, сокращает сроки проектирования с нуля и изготовления уникальных деталей. Стандартные компоненты есть в наличии у поставщиков. Также стандартные компоненты имеют отработанную и проверенную конструкцию, известные характеристики и режимы отказа.

2. Коэффициент стандартизации – количественный показатель, отражающий долю стандартных изделий (крепежных элементов) в конструкции изделия. Рассчитывается как отношение числа стандартных элементов к общему числу элементов.

$$K_{\text{станд}} = (\frac{N_{\text{стандартных}}}{N_{\text{общих}}}) \times 100\%$$

Он вводится для того, чтобы при разработке аппарата в конструкции использовалось минимальное количество разных типов крепежа (болтов, винтов и т.д.), что напрямую влияет на время сборки (серийность) и количество роботизированного оборудования (автоматизированных отверток, оснастки). Стандартный крепеж есть в наличии у поставщиков в больших объемах. Также стандартный крепеж имеет отработанную и проверенную конструкцию, известные характеристики и режимы отказа.

3. Модульность – свойство конструкции быть разделенной на функционально и физически обособленные блоки (модули) с четкими интерфейсами взаимодействия. Оценивается временем замены модуля и сложностью его подключения/отключения.

Данный критерий был введен для возможности параллельной сборки и независимого тестирования модулей (например, борткомпьютера, системы питания, полезной нагрузки) на разных участках, предприятиях, что ускоряет общий цикл производства. Также в случае отказа можно быстро заменить неисправный модуль, а не искать дефект на уровне микросхем. В том числе высокая степень модульности конструкции позволяет легко менять конфигурацию аппарата под разные миссии (например, установить новую камеру) без перепроектирования всей системы. С точки зрения сборки роботу легче и быстрее установить несколько крупных модулей, чем сотни мелких деталей.

4. Доступность зон – конструктивная особенность изделия, обеспечивающая возможность беспрепятственного доступа инструмента, оборудования и манипуляторов робота ко всем точкам сборки, крепления и обслуживания. Оценивается наличием/отсутствием «слепых» зон и требуемыми зазорами. Этот критерий был введен из-за

причин, связанных с автоматизацией процессов производства. Например, робот-манипулятор не обладает ловкостью человеческой руки и требует прямолинейного подхода к точке монтажа. Отсутствие досягаемости говорит о невозможности автоматизации. Даже при ручной сборке сложность операции резко возрастает, если сборщик не может подобраться к точке крепления, в том числе визуальный или инструментальный контроль соединений также требует досягаемости. Также ухудшение доступа может привести к травмам персонала или повреждению компонентов при монтаже.

5. Точность – степень соответствия реальных геометрических и массо-инерционных параметров изделия и его компонентов заданным в конструкторской документации значениям. Оценивается в единицах допусков (мм, угловые минуты) и отклонений. Данный критерий был введен из-за возможной неточности сборки критичных узлов (например, оптических систем, антенн, гироскопов), что приводит к полной или частичной потере функциональности аппарата. Также точность изготовления деталей влияет на сборочные операции (стыковку) друг с другом. Накопившиеся погрешности могут сделать окончательную сборку невозможной. Из-за этого также образуются неравномерные зазоры или перекосы, которые создают дополнительные напряжения, вибрации и ведут к преждевременному износу или отказу компонентов, аппарата в целом. Роботы являются высокоточным оборудованием и работают по жестко заданным траекториям. Если реальная деталь имеет отклонения от своей CAD-модели, робот либо не сможет ее установить, либо повредит.

6. ROI (Return on Investment – Возврат на Инвестиции) – финансовый показатель, отражающий окупаемость затрат на внедрение новой технологии (например, интеллектуальной роботизированной производственной ячейки) или на разработку самой конструкции аппарата. Этот показатель рассчитывается как отношение полученной экономии или прибыли к объему вложенных средств.

$$\text{ROI} = \left(\frac{\text{Экономия}}{\text{Затраты}}\right) \times 100\%$$

Данный критерий был сформирован из-за причин, где любой инженерный проект, особенно в коммерческой сфере, должен быть экономически целесообразным. Без положительного ROI проект не получит финансирования. Этот показатель позволяет выбрать наиболее выгодный из нескольких вариантов конструкции или технологического процесса. Современные подходы к бизнесу требуют оценивать не только стоимость изготовления, но и затраты на эксплуатацию, обслуживание и утилизацию.

7. Ремонтопригодность – свойство изделия, заключающееся в его приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению отказов путем проведения технического обслуживания и ремонта. Оценивается средним временем восстановления. Чем быстрее устраняется неисправность, тем меньше простой дорогостоящего оборудования (аппарата на орбите или производственной линии на Земле). Также дешевый и быстрый ремонт удешевляет эксплуатацию, хотя ремонт на орбите часто невозможен, ремонтопригодность критична на этапе наземных испытаний, когда можно быстро заменить модуль и продолжить тесты, не пересобирая аппарат с нуля.

8. Стойкость – способность конструкции сохранять свои эксплуатационные характеристики под воздействием механических (вибрации, удары), климатических (температура, влажность, вакуум) и других внешних нагрузок (радиация, ЭМ-помехи). Оценивается через соответствие стандартам (например, NASA GEVS). Аппарат должен гарантированно работать в тех условиях, для которых он создан. Для CubeSat — это колоссальные вибрации при запуске, вакуум, термические циклы и радиация на орбите. Низкая стойкость = высокий риск потери аппарата и провала дорогостоящей миссии. Данный критерий позволяет формализовать требования и создать единые процедуры испытаний (вибростенды, термовакуумные камеры).

Эти семь критериев представляют собой системный взгляд на конструкцию, превращая ее из просто «работающей на бумаге» в технологичную, то есть такую, которую можно эффективно, быстро, качественно и с минимальными затратами собрать, проверить и эксплуатировать в реальных условиях.

После формирования критериев оценки технологичности был разработан алгоритм оценки технологичности конструкций CubeSat под возможности роботизированного производства МКА НК. Входными данными являлись параметры конструкции CubeSat, а выходом — интегральная оценка технологичности. Алгоритм позволяет количественно оценить, насколько конструкция МКА НК CubeSat 12U адаптирована к роботизированному производству.

Первым шагом алгоритма является сбор параметров конструкции:

1. CAD-модель аппарата.
2. Техническая документация (крепления, материалы, интерфейсы).
3. Данные о производственных операциях (время сборки, себестоимость).

Вторым шагом становится оценка критериев технологичности, которые были сформированы ранее по шкале 0–100 баллов. Критерии и формулы к ним представлены в табл. 1.

Таблица 1

Критерии оценки

Критерий	Формула/Логика	Пример расчета
Коэффициент унификации	$K_{\text{униф}} = (\frac{\text{стандартные комп.}}{0{,}85}) \times 100$	$(\frac{0{,}92}{0{,}85}) \times 100 = 108 \rightarrow 100$
Коэффициент стандартизации	$K_{\text{станд}} = (\frac{\text{стандарт комп.}}{0{,}85}) \times 100$	$(\frac{0{,}92}{0{,}85}) \times 100 = 108 \rightarrow 100$
Модульность	$K_{\text{модульность}} = (\frac{15}{\text{время замены комп.}}) \times 100$	$(\frac{15}{8}) \times 100 = 187{,}5 \rightarrow 100$
Доступность зон	$K_{\text{зоны}} = 100, \text{если слепые зоны } = 0, \text{иначе } 0$	100
Точность	$K_{\text{точность}} = (\frac{0{,}05}{\text{точность позиционирования}}) \times 100$	$(\frac{0{,}05}{0{,}04}) \times 100 = 125 \rightarrow 100$
ROI	$K_{\text{ROI}} = (\frac{ROI}{1{,}2}) \times 100$	$(\frac{1{,}25}{1{,}2}) \times 100 = 104 \rightarrow 100$
Ремонтопригодность	$K_{\text{ремонт}} = (\frac{30}{\text{время ремонта}}) \times 100$	$(\frac{30}{25}) \times 100 = 120 \rightarrow 100$
Стойкость	$K_{\text{стойкость}} = (\frac{\text{резонансная чистота}}{100}) \times 100$	$(\frac{105}{100}) \times 100 = 105 \rightarrow 100$

Третий шаг – нормирование баллов, согласно ограничению максимального значения до 100 баллов.

Далее производится расчет интегрального показателя (ИТК) по формуле:

$$\text{ИТК } = 0{,}15 \times K_{\text{униф}} + 0{,}15 \times K_{\text{униф}} + 0{,}25 \times K_{\text{ROI}} + 0{,}15 \times K_{\text{ремонт}} + 0{,}1 \times K_{\text{стойкость}} = 1$$

Пятым шагом будет интерпретация результата. Для удобства интерпретации сформирована таблица 2, где представлены заключения и действия в зависимости от диапазона ИТК.

Таблица 2

Интерпретация результата

Диапазон ИТК	Заключение	Действия
90–100	Идеально для роботизации	Запуск в производство
75–89	Требуется незначительная доработка	Оптимизация 1–2 параметров
60–74	Нужна модернизация	Редизайн ключевых узлов
<60	Непригодна для автоматизации	Полная переработка конструкции

Шестым шагом является формирование отчета, который включает в себя:

1. Таблицу с баллами по критериям.
2. Визуализацию слабых мест.
3. Рекомендации по улучшению (если ИТК < 90).

Седьмым шагом выступает интеграция с CAD-системами. Алгоритм реализуется как плагин для Creo Parametric/SolidWorks. Пример отражен в табл. 3.

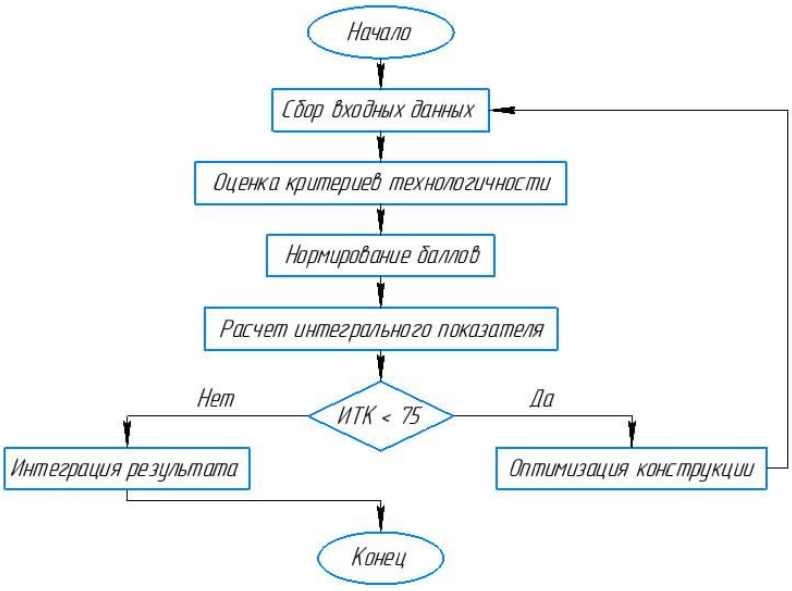
Таблица 3

Алгоритм как плагин

Параметр	Значение	Формула	Балл
Коэффициент унификации	92%	=MIN((B2/85)*100, 100)	100
Модульность	8 мин	=MIN((15/B3)*100, 100)	100

В результате таким образом был разработан алгоритм оценки технологичности конструкций малых космических аппаратов нанокласса типа CubeSat под возможности серийного роботизированного производства, который далее был визуализирован.

В качестве инструмента использовалась блок-схема с указанием последовательности этапов и связей между ними. В итоге структурная схема должна стать руководством для инженеров и разработчиков, помогая систематизировать процесс оценки и оптимизации конструкций для роботизированной сборки. Это повысит эффективность производства и снизит риски ошибок, связанных с человеческим фактором. Методика в виде структурной схемы, которая описывает все ранее рассмотренные действия по оценке технологичности проектируемой конструкции МКА, представлена на рисунке.



Структурная схема оценки технологичности проектируемой конструкции

Далее в рамках данной работы была создана классификация требований и ограничений к конструкциям МКА НК CubeSat для возможности серийного роботизированного производства.

Классификация требований и ограничений представлена в табл. 4.

Таблица 4

Классификация требований и ограничений к конструкциям МКА НК типа CubeSat

№	Требования и ограничения	Категория	Описание	Пример
1	Конструктивные требования	Стандартизация	Использование унифицированных интерфейсов (ISO, ECSS) для совместимости с роботами.	Крепежи ISO 4762, разъемы SpaceUSB.
		Модульность	Разделение на независимые блоки для упрощения автоматизированного монтажа.	Отдельный модуль питания с быстросъемными коннекторами.
		Доступность зон	Обеспечение зазоров ≥15 мм для доступа роботов к узлам сборки.	Фланцы для монтажа антенн.
		Геометрия	Максимальная симметрия и отсутствие "слепых" зон.	Каркас с равномерным распределением крепежных точек.
2	Технологические требования	Точность	Допуски позиционирования ≤±0.05 мм для совместимости с роботами.	Использование прецизионных шаблонов для пайки плат.
		Автоматизируемость	Конструкция должна позволять выполнение ≥95% операций роботами.	Отказ от ручной юстировки (замена на автоматические системы выравнивания).
		Совместимость с ИРПЯ	Интеграция с цифровыми двойниками и IoT-сенсорами.	CAD-модели с метаданными для ROS Industrial.
3	Экономические требования	Себестоимость	Снижение затрат на сборку до ≤$70k за 12U CubeSat.	Использование стандартных компонентов (экономия 25–30%).
		ROI	Окупаемость внедрения ИРПЯ за ≤3 года.	Производство ≥50 аппаратов/год.
		Масштабируемость	Возможность увеличения производительности без перепроектирования линии.	Модульная архитектура ИРПЯ (клонирование ячеек).
4	Эксплуатационные требования	Ремонтопригодность	Возможность замены модуля за ≤15 минут.	Быстросъемные крепления с RFID-метками.
		Надежность	Соответствие стандартам ECSS-Q-ST-60 (вероятность отказа ≤1% за 5 лет).	Использование радиационно-стойкой электроники.
		Адаптивность	Возможность модификации под разные миссии (научные, коммерческие, военные).	Сменные блоки полезной нагрузки.
5	Конструктивные ограничения	Габариты	Максимальные размеры 12U (≈20×20×30 см) по стандарту CubeSat Design Specification.	Невозможность увеличения объема для дополнительной нагрузки.
		Материалы	Ограниченный выбор материалов (алюминий 6061, композиты) для совместимости с роботами.	Запрет на использование пластиков с низкой теплопроводностью.

№	Требования и ограничения	Категория	Описание	Пример
		Масса	Максимальная масса ≤24 кг для 12U (стандарт CalPoly).	Необходимость оптимизации конструкции под роботизированное позиционирование.
6	Технологические ограничения	Точность роботов	Промышленные роботы имеют погрешность ±0.1 мм, тогда как требуется ±0.05 мм.	Необходимость доработки конструкций (например, введение компенсационных зазоров).
		Сенсоры	Ограниченное разрешение систем технического зрения (20 мкм vs требуемые 5 мкм).	Использование ИИ-алгоритмов для коррекции погрешностей.
		Программное обеспечение	Отсутствие готовых решений для управления гибридными ИРПЯ.	Разработка кастомных ROS-пакетов.
7	Экономические ограничения	CAPEX	Высокие первоначальные затраты на ИРПЯ ($3–5 млн).	Необходимость государственных субсидий или партнерских программ.
		Серийность	Роботизация рентабельна только при производстве ≥50 аппаратов/год.	Риски для стартапов с малыми заказами.
		Рыночные риски	Быстрое устаревание технологий (цикл обновления 2–3 года).	Внедрение модульных решений для упрощения модернизации.
8	Нормативные ограничения	Стандарты	Обязательное соответствие ECSS, NASA-STD-8739.4.	Сертификация крепежных элементов на вибростойкость.
		Безопасность	Требования к электромагнитной совместимости (ECSS-E-ST-20-07C).	Экранирование компонентов.
		Экология	Запрет на использование свинцовых припоев (директива RoHS).	Переход на бессвинцовые сплавы с высокой температурой плавления.

Следующим этапом были разработаны рекомендации к проектированию МКА НК CubeSat, направленные на различные сферы организации производства, а именно:

1. Внедрение приоритизации требований – системного процесса ранжирования инженерно-технических, экономических и эксплуатационных требований к конструкции или технологическому процессу по степени их важности и влияния на конечный результат. Начать со стандартизации интерфейсов и устранения «слепых» зон, далее внедрить цифровые двойники для проверки технологичности на ранних этапах.

2. Внедрить систему учета ограничений. Например, за счет использования композитных материалов можно снизить массу и при этом сохранить прочность и технологичность конструкции, которая будет создана под особенности роботизированного производства.

3. Внедрение экономической оптимизации. Закупать компоненты у проверенных поставщиков, участвовать в программах господдержки.

Решеные в рамках работы задачи, которые напрямую являются инструментарием проектирования конструкций малых космических аппаратов нанокласса типа CubeSat под возможности серийной роботизированной сборки, позволяют системно подойти к проектированию аппаратов, минимизируя риски и обеспечивая совместимость с роботизированным производством.

Проведенная работа была направлена на решение актуальной проблемы перехода от штучного, единичного производства к серийному роботизированному производству малых

космических аппаратов нанокласса типа CubeSat. Основным препятствием на этом пути является несоответствие существующих конструкций аппаратов требованиям и возможностям автоматизации производства, роботизированного оборудования.

Внедрение предложенного инструментария на ранних этапах проектирования позволит:

1. Сократить время и стоимость перехода к серийному выпуску малых космических аппаратов нанокласса типа CubeSat.

2. Повысить степень автоматизации сборки до 95% и более за счет исключения операций, требующих ручного труда.

3. Минимизировать риски и ошибки, связанные с «человеческим фактором», обеспечивая стабильно высокое качество продукции.

4. Обеспечить экономическую целесообразность создания крупных спутниковых группировок (констелляций) за счет снижения операционных издержек и повышения масштабируемости производства.

Таким образом, разработанный инструментарий является готовым решением для интеграции в процесс создания многоспутниковых группировок малых космических аппаратов и служит важным шагом на пути к полноценной цифровизации и роботизации процессов производства космического приборостроения.

Список литературы

1. Баринова Е.В. Проектирование и стабилизация наноспутников стандарта CubeSat: монография. – Самара: Изд-во Самарского ун-та, 2023. – 184 с.
2. Белов М.П., Бутаков Г.И. Проектирование конструкций космических аппаратов / Машиностроение. – 2021. – 416 с.
3. ГОСТ Р 56526–2015 Системы космические. Надежность и техническое обслуживание. Требования и общие принципы / Стандартинформ. – 2015. – 32 с.
4. Ефремов И.В., Петров А.Н. Экономическая оценка эффективности технических решений в ракетно-космической отрасли // Космическая техника и технологии. – 2021. – № 3(30). – С. 56–68.
5. Иванов В.А., Сидоров А.В. Методы оценки эффективности инвестиционных проектов в космической отрасли // Экономика и управление. – 2022. – № 4. – С. 78–86.
6. Колесников А.В., Больных Е.А. Проектирование малых космических аппаратов // Вестник СибГАУ. – 2021. – № 2. – С. 12–21.
7. Космическое приборостроение: современные технологии проектирования и производства / Под ред. А.С. Елисеева. – М.: Машиностроение, 2022. – 348 с.
8. Малюх В.Н. Автоматизация проектирования космических систем / МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2021. – 256 с.
9. NASA-STD-8739.4: Стандарт NASA по контролю и обеспечению качества космических систем. – Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства США, 2022. – 215 с.
10. Петров А.А., Никифоров О.В. Малые спутники для космических исследований // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. – 2016. – Т. 3, вып. 4. – С. 22–31.
11. Петров А.П., Сидоров В.В. Автоматизация проектирования космических аппаратов // Космическая техника и технологии. – 2020. – № 1(22). – С. 45–56.
12. Роботизация производства космических аппаратов: учебное пособие / Под ред. В.П. Мишина. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. – 284 с.
13. Смирнов А.И., Николаев В.А. Надежность космических конструкций / Машиностроение. – 2021. – 368 с.
14. Стандарты ECSS-Q-ST-60: Требования к надежности космических изделий. – Европейское космическое агентство, 2021. – 124 с.
15. Федотов А.В., Михайлов В.А. Экономическое обоснование проектных решений в ракетно-космической технике // Космическая техника и технологии. – 2021. – № 2(25). – С. 89–98.

References

1. Barinova E.V. Design and stabilization of nanosatellites of the CubeSat standard: monograph. Samara: Publishing House of Samara University, 2023. 184 p.
2. Belov M.P., Butakov G.I. Designing spacecraft structures / Mechanical engineering. – 2021. – 416 p.
3. GOST R 56526–2015 Space systems. Reliability and maintenance. Requirements and general principles / Standartinform. – 2015. – 32 p.
4. Efremov I.V., Petrov A.N. Economic assessment of the effectiveness of technical solutions in the rocket and space industry // Space engineering and technology. – 2021. – № 3(30). – Pp. 56–68.
5. Ivanov V.A., Sidorov A.V. Methods for evaluating the effectiveness of investment projects in the space industry // Economics and management. – 2022. – No. 4. – pp. 78–86.
6. Kolesnikov A.V., Sick E.A. Designing small spacecraft // Bulletin of SibGAU. – 2021. – No. 2. – Pp. 12–21.

7. Space instrumentation: modern design and production technologies / Edited by A.S. Eliseev, Moscow: Mashinostroenie Publ., 2022, 348 p.
8. Malyukh V.N. Automation of space systems design / Bauman Moscow State Technical University. – 2021. 256 p.
9. NASA-STD-8739.4: NASA Standard for Quality Control and Assurance of Space Systems. – National Aeronautics and Space Administration of the USA, 2022. – 215 p.
10. Petrov A.A., Nikiforov O.V. Small satellites for space research // Rocket and space instrumentation and information systems. 2016. Vol. 3, issue 4. pp. 22–31.
11. Petrov A.P., Sidorov V.V. Automation of spacecraft design // Space engineering and Technology. – 2020. – № 1(22). – Pp. 45–56.
12. Robotization of spacecraft production: a textbook / Edited by V.P. Mishin, Moscow: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University, 2023, 284 p.
13. Smirnov A.I., Nikolaev V.A. Reliability of space structures / Mechanical engineering. – 2021. – 368 p.
14. ECSS-Q-ST-60 standards: Requirements for the reliability of space products. – European Space Agency, 2021. 124 p.
15. Fedotov A.V., Mikhailov V.A. Economic justification of design solutions in rocket and space technology // Space engineering and technology. – 2021. – № 2(25). – Pp. 89–98.

Для цитирования
Морозов С.А., Рохлин Д.Е., Скорнякова Е.А. Проблемы и перспективы стандартизации оценки качества программного обеспечения систем автономной навигации беспилотных воздушных судов / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 567–572.

УДК 004.05

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Морозов С.А., *БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург*
Рохлин Д.Е., *БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург*
Скорнякова Е.А., *канд. техн. наук, доцент кафедры 07 «Информационные системы и программная инженерия» БГТУ ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург*

Развитие беспилотных авиационных систем и их активная интеграция в такие сферы, как доставка грузов, мониторинг объектов и сельское хозяйство, ставят перед отраслью новые задачи в области обеспечения их безопасности и надежности. Ключевым фактором, определяющим функциональность и безопасность беспилотных воздушных судов, является программное обеспечение систем автономной навигации. Ошибки в работе этого программного обеспечения могут привести к серьезным последствиям, вплоть до потери аппарата и угрозы для жизни людей. В связи с этим оценка качества такого программного обеспечения становится критически важной задачей.

Ключевые слова: беспилотное воздушное судно (БВС), программное обеспечение (ПО), качество программного обеспечения, стандартизация, ISO/IEC 25000, система автономной навигации.

CHALLENGES AND PERSPECTIVES OF STANDARDIZATION IN SOFTWARE QUALITY ASSESSMENT FOR UAV AUTONOMOUS NAVIGATION SYSTEMS

Morozov S.A., *D.F. Ustinov Baltic State Technical University "VOENMEH", St. Petersburg*
Rokhlin D.E., *D.F. Ustinov Baltic State Technical University "VOENMEH", St. Petersburg*
Skorniakova E.A. *Ph.D., Associate Professor of O7 "Information Systems and Software Engineering" Department, BSTU VOENMEH named after D.F. Ustinov, Russia, St. Petersburg*

The rapid development of unmanned aircraft systems (UAS) and their active integration into areas such as cargo delivery, object monitoring, and agriculture are posing new challenges for the industry in ensuring their safety and reliability. A key factor determining the functionality and safety of unmanned aerial vehicles (UAVs) is the software (SW) of their autonomous navigation systems. Errors in this software's operation can lead to serious consequences, including the loss of the vehicle and a threat to human life. In this regard, assessing the quality of such software becomes a critically important task.

Keywords: unmanned aerial vehicle (UAV), software (SW), software quality, standardization, ISO/IEC 25000, autonomous navigation system.

На сегодняшний день оценка качества программного обеспечения (ПО) в целом регламентируется рядом государственных и международных стандартов. Однако специфика систем автономной навигации беспилотных воздушных судов (БВС) требует адаптации существующих и разработки новых подходов. Целью проводимых исследований являются анализ актуальных проблем в сфере стандартизации оценки качества ПО для автономных навигационных систем БВС и определение перспективных направлений для развития нормативной базы.

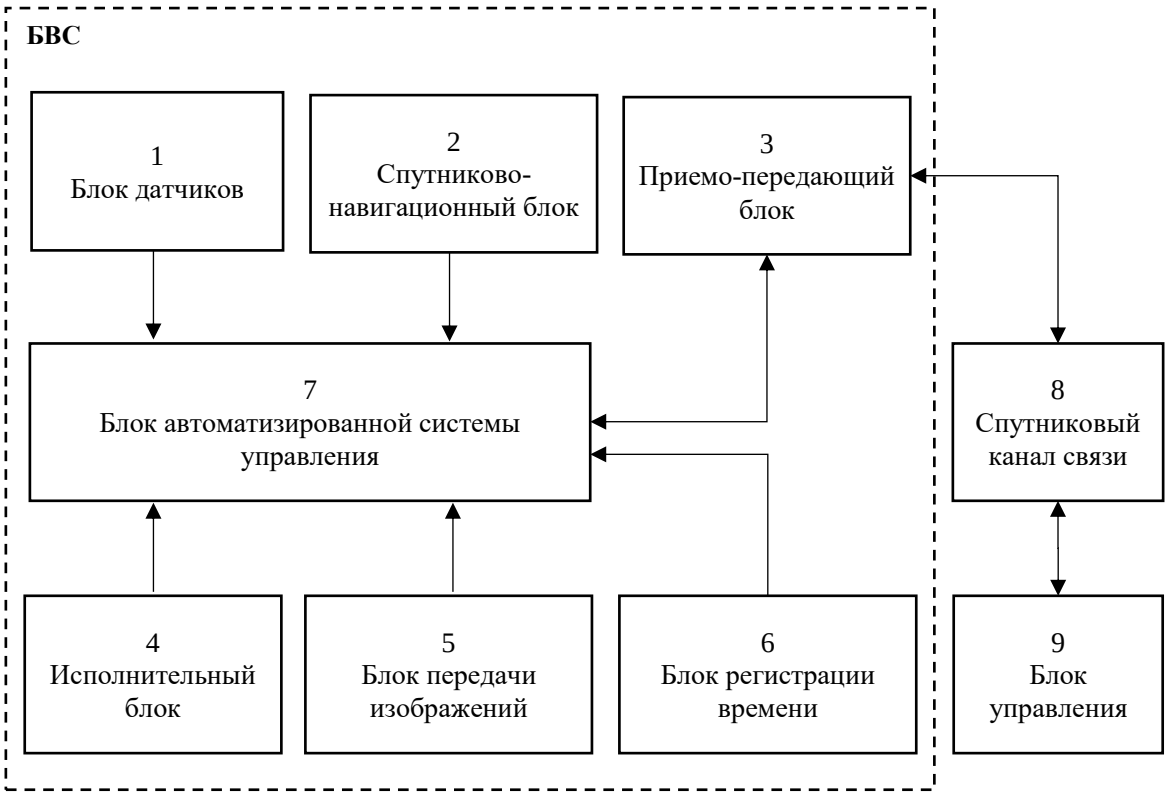
Основой для оценки качества любого ПО, включая системы для БВС, служит комплекс государственных и международных стандартов, которые определяют общие подходы, модели и терминологию. Эти документы создают фундамент, на котором строятся более специализированные методики оценки.

Ключевыми в этой области являются стандарты серии ISO/IEC 25000 (SQuaRE), принятые в России как национальные стандарты:

– ГОСТ Р ИСО/МЭК 25000–2021: этот стандарт является вводным для всей серии SQuaRE (System and software Quality Requirements and Evaluation). Он устанавливает общую архитектуру, терминологию и «дорожную карту» для оценки качества ПО. Его основная задача обеспечить единое понимание всех процессов и моделей, используемых в рамках серии.

– ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010–2015: это центральный документ серии, который описывает непосредственно модель качества систем и программных продуктов [1]. Модель разделяет качество на восемь ключевых характеристик: функциональная пригодность, производительность, совместимость, удобство использования, надежность, защищенность, сопровождаемость и переносимость.

Однако прямое проецирование этих общих характеристик на ПО систем автономной навигации БВС требует учета сложной архитектуры взаимодействия программных алгоритмов с аппаратной частью и внешней средой. Специфика функционирования такого ПО представлена на рисунке [3].



Концептуальная схема функционирования ПО автономной навигации БВС в условиях внешних воздействий

Центральным элементом системы является «Блок 7: Блок автоматизированной системы управления», где и выполняется ПО навигации. Как видно из схемы, его корректная работа критически зависит от непрерывного потока данных от «Блока 1 (датчиков)» и «Блока 2 (спутниково-навигационного блока)». В то же время это ПО напрямую управляет «Блоком 4 (исполнительным)», то есть двигателями и рулями.

Эта тесная связь ПО с физическим миром и внешними каналами («Блок 8» и «Блок 9») порождает специфические риски, которые не полностью покрываются универсальными стандартами:

Отказ Блока 2 или атака на Блок 8 (потеря/подмена сигнала GPS) ставит под угрозу всю миссию, требуя от ПО особых качеств надежности и защищенности.

Любая задержка в обработке данных и передаче команды на Блок 4 недопустима, что выдвигает экстремальные требования к производительности в режиме реального времени.

Таким образом, для полноценной оценки качества ПО систем навигации БВС необходимо дополнять общие подходы специализированными методиками и критериями.

Для комплексного подхода также необходимо учитывать стандарты, регламентирующие процесс разработки:

ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207–2010 Процессы жизненного цикла программных средств [2]: Этот стандарт описывает все этапы жизни ПО – от разработки требований до вывода из эксплуатации. Он важен, поскольку качество не просто оценивается в готовом продукте, а закладывается на каждом этапе его создания. Интеграция методик оценки качества в процессы, описанные в этом ГОСТе, является ключевой для создания надежных систем.

Однако, несмотря на наличие этой комплексной нормативной базы, ее прямое применение к ПО систем автономной навигации БВС сопряжено с рядом фундаментальных трудностей. Все перечисленные стандарты носят универсальный характер и не учитывают отраслевую специфику, связанную с:

1) критической важностью безопасности: сбой навигационной системы БВС может привести к физическому ущербу и угрозе жизни, что ставит ПО в один ряд с системами управления самолетами или АЭС;

2) работой в режиме реального времени: решения должны приниматься мгновенно на основе данных с множества сенсоров;

3) алгоритмами автономного принятия решений: стандартные подходы не дают ответа на вопрос, как оценить «качество» и «корректность» решения, принятого нейросетью или другим сложным алгоритмом в непредвиденной ситуации;

4) тесным взаимодействием с непредсказуемой физической средой: ПО напрямую управляет движением объекта в пространстве, подверженном влиянию ветра, осадков и радиопомех.

Таким образом, прямое применение существующих стандартов без их специальной адаптации и дополнения специализированными методиками оказывается недостаточным для полноценной оценки качества ПО систем автономной навигации БВС.

Анализ текущей ситуации в отрасли позволяет выделить следующие ключевые проблемы:

1. Отсутствие специализированных стандартов: на данный момент не существует узкоспециализированных стандартов, которые бы в полной мере учитывали специфику ПО для автономной навигации БВС. Существующие ГОСТы в области беспилотных авиационных систем (БАС) в основном касаются общих требований и терминологии, не углубляясь в детали оценки качества ПО.

2. Сложность оценки надежности и отказоустойчивости: системы автономной навигации должны эффективно функционировать в условиях неопределенности и возможных сбоев, например при потере сигнала GPS [5]. Стандартные метрики оценки надежности не всегда применимы для оценки способности системы принимать верные решения в критических ситуациях.

3. Проблемы кибербезопасности: с ростом числа кибератак на беспилотные системы, вопросы защиты ПО от несанкционированного доступа и вредоносного воздействия выходят на первый план [4]. Разработка стандартов в этой области является ключевым условием для снятия запретов на полеты и безопасного промышленного использования дронов. В России уже ведется работа по созданию единых стандартов защиты беспилотных систем от кибератак.

4. Интеграция с другими системами: ПО БВС должно корректно взаимодействовать с различными системами, включая наземные станции управления и системы управления воздушным движением. Стандартизация протоколов и интерфейсов взаимодействия является важной задачей для обеспечения совместимости и интероперабельности.

5. Специфика автономного принятия решений: алгоритмы, заложенные в ПО автономной навигации, должны обеспечивать принятие корректных решений в динамически изменяющейся обстановке. Оценка качества таких алгоритмов требует разработки специализированных методик и тестовых сценариев [6].

На основе проведенного анализа отраслевых проблем можно систематизировать требования к качеству, сопоставив общие факторы из стандарта ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010 со специфическими критериями, критичными именно для ПО навигации БВС (см. таблицу).

Специфические факторы и критерии качества для ПО автономной навигации БВС

Факторы качества (по ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010)	**Специфические критерии качества для БАС**
Надежность	Отказоустойчивость навигации: способность сохранять функциональность при потере сигнала ГНСС или отказе одного из сенсоров. Стабильность в критических режимах: корректная работа при резких погодных изменениях.
Защищенность	Устойчивость к спуфингу [7] и джеммингу [8]: способность ПО распознавать подмену или глушение навигационных сигналов. Защита каналов управления: криптографическая стойкость протоколов взаимодействия с наземной станцией.
Функциональная пригодность	Точность автономного позиционирования: соответствие реального положения БВС вычисленным координатам. Адекватность принятия решений: корректность автоматического уклонения от препятствий.
Производительность	Работа в реальном времени: гарантированное время отклика системы на изменение обстановки. Энергоэффективность алгоритмов: оптимизация вычислений для экономии бортового заряда.
Совместимость	Интероперабельность: стандартизация протоколов для интеграции в единое воздушное пространство (UTM-системы).

Согласно таблице каждый общий фактор качества применительно к БАС наполняется конкретным содержанием, связанным с безопасностью полетов и устойчивостью к внешним угрозам. Именно эти специфические критерии и должны стать предметом дальнейшей стандартизации.

Для решения обозначенных проблем необходимо развитие стандартизации в следующих направлениях:

1. Разработка специализированных стандартов для ПО БВС. Необходимо создание национальных и международных стандартов, детализирующих требования к качеству ПО для систем автономной навигации. Эти стандарты должны охватывать такие аспекты, как точность позиционирования, надежность в условиях помех, устойчивость к кибератакам и алгоритмы принятия решений.

2. Формирование единой нормативно-технической базы. В России утверждена перспективная программа стандартизации в области БАС, целью которой является формирование необходимой нормативной базы. Это создаст основу для разработки более детальных стандартов, касающихся ПО.

3. Международное сотрудничество. Разработка единых международных стандартов безопасности и сертификации БВС будет способствовать их глобальной интеграции и обмену технологиями.

4. Создание методик оценки и сертификации. Требуется разработка и стандартизация методик тестирования и сертификации ПО для БВС, которые позволят объективно оценивать их соответствие требованиям безопасности и надежности. Это может включать в себя как программное, так и полунатурное моделирование различных сценариев полета.

5. Стандартизация жизненного цикла ПО. Необходимо внедрение стандартов, регламентирующих все этапы жизненного цикла ПО для БВС, от разработки и тестирования до эксплуатации и сопровождения.

Стандартизация в области оценки качества ПО для систем автономной навигации БВС является ключевым фактором для обеспечения безопасности и эффективности их применения. Существующие общие стандарты не в полной мере отвечают специфическим требованиям данной области, что создает ряд проблем, связанных с надежностью, безопасностью и совместимостью.

Перспективы развития стандартизации лежат в плоскости разработки специализированных нормативных документов, создания единой методической базы для оценки и сертификации, а также активного международного сотрудничества. Решение этих задач позволит создать условия для безопасной интеграции беспилотных авиационных систем в единое воздушное пространство и их широкого применения в различных отраслях экономики.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010–2015. Информационные технологии. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программных продуктов (SQuaRE). Модели качества систем и программных продуктов. – М.: Стандартинформ, 2015. – 34 с.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207–2010. Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств. – М.: Стандартинформ, 2011. – 91 с.
3. Пат. 2562890 C2 Российская Федерация, МПК B64C 39/02, G05D 1/00. Способ управления беспилотным летательным аппаратом / Будылдин С.В., Волков И.В., Гирник А.В. [и др.]; заявитель и патентообладатель: Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Радар ммс». – № 2014115115/11; заявл. 15.04.2014; опубл. 10.09.2015, Бюл. № 25. – 12 с. URL: [https://patenton.ru/patent/RU2562890C2?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera].
4. Котенко И.В., Саенко И.В., Чечулин А.А. Анализ и моделирование кибератак на беспилотные летательные аппараты в составе группы // Труды СПИИРАН. 2017. № 6(55). С. 5–28.
5. Левшун Д.С., Степанов П.А. Подход к обеспечению отказоустойчивости бесплатформенной инерциальной навигационной системы малогабаритного беспилотного летательного аппарата // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2019. Т. 62. № 10. С. 899–906.
6. Пампур Е.А., Смоленцев Н.И. Методы и алгоритмы комплексирования данных инерциальной и спутниковой навигационных систем // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018. Т. 18. № 3. С. 488–496.
7. Джабраилзаде Н. Методы обеспечения кибербезопасности БПЛА // Вектор научной мысли. – 2025. – № 5(22). – С. 259–262
8. Ласточкин С.Г. Перспективные комплексы активной защиты от беспилотных летательных аппаратов // Теория и практика военного образования. – 2024. – № 1(2). – С. 22–29.

References

1. GOST R ISO/IEC 25010–2015. Informatsionnye tekhnologii. Sistemnaya i programmnaya inzheneriya. Trebovaniya i otsenka kachestva sistem i programmnykh produktov (SQuaRE). Modeli kachestva sistem i programmnykh produktov [Information technology. Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). System and software quality models]. Moscow, Standartinform Publ., 2015, 34 p. (In Russian)
2. GOST R ISO/IEC 12207–2010. Informatsionnaya tekhnologiya. Sistemnaya i programmnaya inzheneriya. Protsessy zhiznennogo tsikla programmnykh sredstv [Information technology. Systems and software engineering. Software life cycle processes]. Moscow, Standartinform Publ., 2011, 91 p. (In Russian)
3. Budyldin S.V., Volkov I.V., Girnik A.V., et al. Sposob upravleniya bespilotnym letatel'nym apparatom [Method for controlling an unmanned aerial vehicle]. Patent RF, no. 2562890 C2, 2015. (In Russian) Available at: [https://patenton.ru/patent/RU2562890C2?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera]

4. Kotenko I.V., Saenko I.V., Chechulin A.A. Analysis and modeling of cyberattacks on a group of unmanned aerial vehicles. SPIIRAS Proceedings, 2017, no. 6(55), pp. 5–28. (In Russian)
5. Levshun D.S., Stepanov P.A. An approach to providing the fault tolerance of a strapdown inertial navigation system for a small-sized unmanned aerial vehicle. Journal of Instrument Engineering, 2019, vol. 62, no. 10, pp. 899–906. (In Russian)
6. Pampur E.A., Smolentsev N.I. Methods and algorithms for data fusion of inertial and satellite navigation systems. Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics, 2018, vol. 18, no. 3, pp. 488–496. (In Russian)
7. Jabrailzade N. Methods of Ensuring UAV Cybersecurity. Vector of Scientific Thought, 2025, no. 5 (22), pp. 259–262. (In Russian)
8. Lastochkin S. G. Promising Active Defense Systems against Unmanned Aerial Vehicles. Theory and Practice of Military Education, 2024, no. 1 (2), pp. 22–29. (In Russian)

Для цитирования
Мусина Г.Р. Разработка концепции модуля постпроизводственного мониторинга в составе информационной системы управления производством предприятия по промышленному производству бытовой техники / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 573–580.

УДК 658.562:004

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ МОДУЛЯ ПОСТПРОИЗВОДСТВЕННОГО МОНИТОРИНГА В СОСТАВЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОМЫШЛЕННОМУ ПРОИЗВОДСТВУ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ

Мусина Г.Р.*, аспирант кафедры логистики и управления, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань*

В статье рассматривается дефицит цифровых решений на этапе эксплуатации изделий. Исследованы ограничения применения CALS-технологий. В рамках статьи предложена модель систематизации дефектов в логике жизненного цикла изделия, которая отличается от существующих моделей тем, что включает потоковый аналитический модуль мониторинга с возможностями предиктивной обработки информации. Это обеспечивает своевременное выявление повторяющихся дефектов и способствует построению адаптивной системы корректирующих воздействий, основанной на анализе причин отклонений. Предлагаемый план внедрения цифровых технологий адаптирован под инфраструктуру предприятий промышленного производства бытовой техники и учитывает специфику технологического процесса. Он может быть использован как типовое решение для машиностроительных предприятий, ориентированных на улучшение качества продукции и оптимизацию производственных процессов. Модель легко масштабируется и интегрируется в существующие информационные системы управления производством предприятия.

Ключевые слова: цифровизация процессов мониторинга качества, цифровизация, дефект, мониторинг, жизненный цикл изделия.

DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF A POST-MONITORING MODULE AS PART OF THE INFORMATION SYSTEM FOR MANAGING PRODUCTION AT A HOUSEHOLD APPLIANCE MANUFACTURING ENTERPRISE

Musina Gulnaz, *Post-graduate student Department of Logistics and Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education KNRTU, Kazan*

The article discusses the lack of digital solutions at the product operation stage. The limitations of CALS-technologies are investigated. The article proposes a model for systematizing defects in the product lifecycle logic, which differs from existing models in that it includes a streaming analytical monitoring module with predictive information processing capabilities. This ensures the timely detection of recurring defects and facilitates the construction of an adaptive system of corrective actions based on the analysis of the causes of deviations. The proposed plan for implementing digital technologies is adapted to the infrastructure of industrial enterprises producing household appliances and takes into account the specifics of the technological process. It can be used as a typical solution for engineering enterprises focused on improving product quality and optimizing production processes. The model is easily scalable and integrates into existing enterprise production management information systems.

Keywords: digitalization of quality monitoring processes, digitalization, defect, monitoring, product lifecycle.

Введение

Анализ доклада Минпромторга России «Цифровая трансформация промышленности» (2023) показывает, что свыше 70% предприятий оборонно-промышленного комплекса испытывают дефицит цифровых решений в области контроля качества, особенно на этапах эксплуатации изделий. Это критически важно, поскольку значительная часть дефектов, особенно в высокотехнологичных отраслях, проявляется после ввода продукции в эксплуатацию. Так, по данным статистических исследований (2020–2024 гг.), более 16% дефектов фиксируется в первый год использования и связано с утечками хладагента, тогда как иные дефекты проявляются лишь спустя несколько лет [2].

1. Организация мониторинга качества на предприятии промышленного производства бытовой техники

Несмотря на наличие CALS-инструментов, их использование ограничено преимущественно стадиями производства и поставки. Согласно данным Ассоциации разработчиков и пользователей CALS-технологий (2024) только 18% предприятий применяют цифровые решения на стадии эксплуатации [3], что указывает на разрыв в цифровом сопровождении жизненного цикла продукции.

Это позволяет повысить прослеживаемость технологических решений, обеспечить обратную связь с этапами проектирования и улучшить точность ретроспективного анализа дефектов [4].

В рамках исследования проведем оценку уровня эффективности производственных процессов мониторинга качества на предприятии промышленного производства бытовой техники.

Для оценки уровня эффективности производственных процессов мониторинга качества необходимо определить основные показатели работы системы мониторинга качества на предприятии [5].

Деятельность по оценке качества продукции на предприятии промышленного производства бытовой техники регламентирована многочисленными инструкциями и изложена в следующих документах:

- декларация производственной системы;
- правила управления производственной системой;
- дорожная карта развития производственной системы.

Указанные документы устанавливают требования к организации и функционированию системы управления качеством продукции на предприятии.

Стандартная операционная карта – это пошаговое описание последовательности операций, включающее в себя [6]:

- требования по безопасности;
- хронометраж времени;
- порядок продвижения оператора по участку;
- ключевые действия, имеющие особое значение (они выделяются специальными символами);
- критически важные шаги с точки зрения технологии выполнения операции.

В стандартной операционной карте также должна быть указана информация об используемом инструменте, приспособлениях и комплектующих, необходимых для выполнения каждой операции на производстве [7].

В рамках постпроизводственного мониторинга на предприятии промышленного производства бытовой техники реализуется цепочка от сборки и испытаний до автоматизированной генерации KPI и отчетности. Далее информация сохраняется в централизованной БД, где используется для построения дашбордов по уровню дефектности, повторяемости отклонений и времени реагирования.

Такой подход обеспечивает высокую скорость обработки данных и формирует базу для корректировки технологических карт и маршрутных листов. Показатели, формируемые в ERP

(например, SAP или 1C:ERP), становятся ключевыми метриками в BI-среде: Defect Rate, Time to Resolution, Traceability Index.

Лист стандартной операционной карты подписывается руководством каждого производственного подразделения, начальником технологической службы по каждому подразделению производственного процесса и технологом производственного участка по каждому направлению, а также старшим мастером участка. Все стандартные операционные карты в электронном виде хранятся в едином месторасположении в локальной сети предприятия.

В состав деятельности по контролю качества продукции на предприятии входят следующие процессы:

Первое – принятие предложений по улучшению.

Предложение по улучшению – это инициатива, направленная на улучшение качества производственного процесса, условий труда, влияющих на производительность и качество выпускаемой продукции/услуг, экономию материальных и энергетических ресурсов, улучшение экологической ситуации [11].

На рис. 1 представлена схема причин дефектов изделий на предприятии промышленного производства бытовой техники.

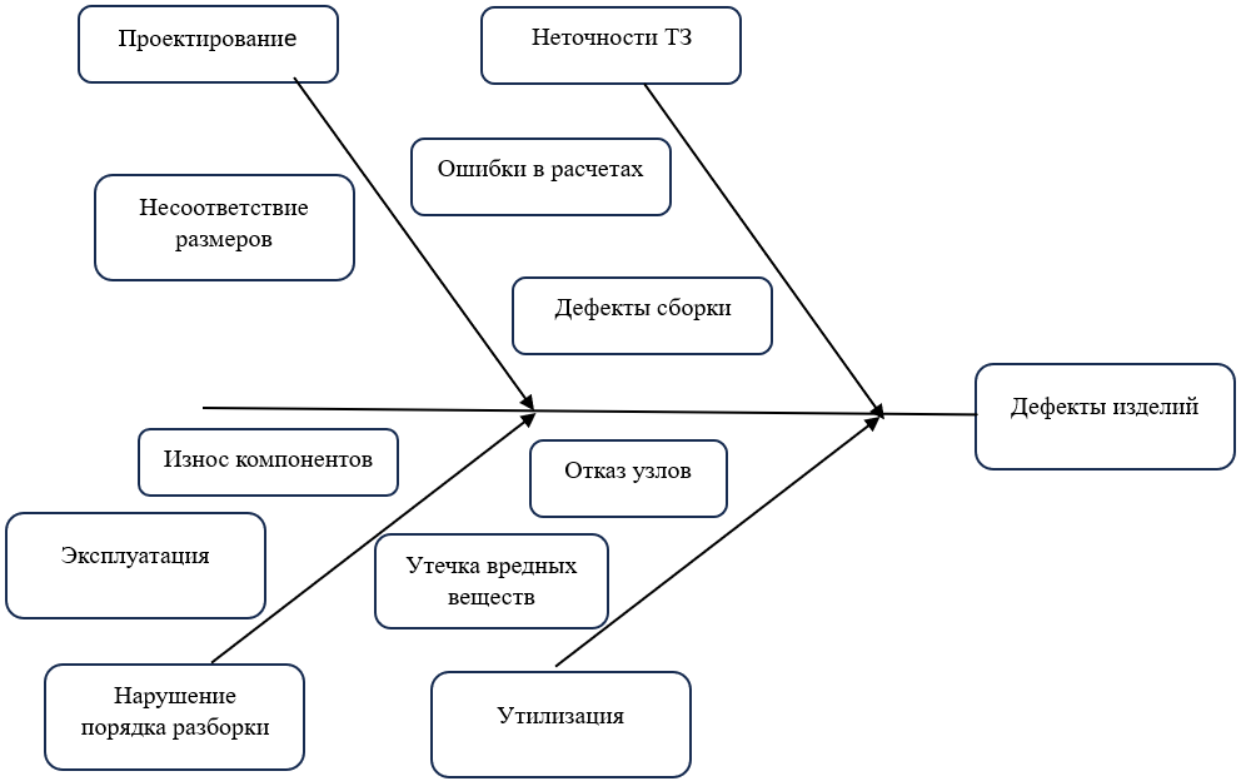


Рис. 1. Диаграмма Исикавы причин дефектов изделий на предприятии промышленного производства бытовой техники

Рассмотрим структуру дефектов за 5 лет, представленную на рис. 2.

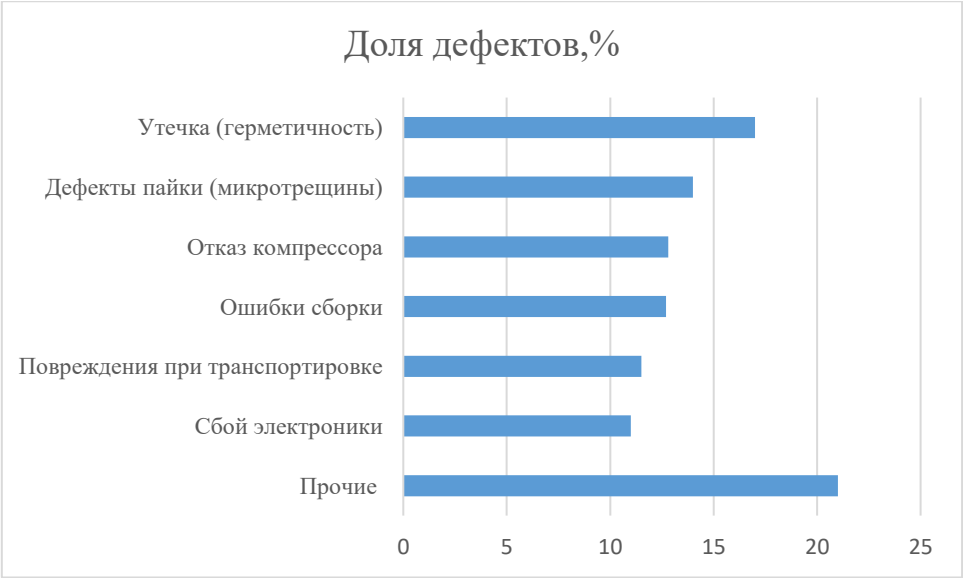


Рис. 2. Структура дефектов промышленного производства бытовой техники по ретроспективному анализу за 5 лет

По результатам проведенного исследования можно сказать, что на предприятии промышленного производства бытовой техники внедрена и эффективно реализуется система мониторинга качества продукции на всех этапах ее жизненного цикла – от планирования до завершения реализации. На предприятии четко описаны и стандартизированы все этапы мониторинга качества. Однако изучение данного процесса показало, что отсутствует полноценный производственный контроль качества, который мог бы оптимизировать множество производственных процессов и сократить уровень брака.

Таким образом, производственный контроль пайки на предприятии промышленного производства бытовой техники осуществляется поэтапно, с использованием стандартизированных карт операций, приборов неразрушающего мониторинга и цифровых систем учета.

Представим модель текущего состояния в нотации IDEF0
A0: Контроль качества продукции
Управление: техническая документация, нормативы качества
Механизмы: производственный персонал, отдел контроля качества
Вход: конструкторская документация, произведенная продукция
Выход: информация о браке, исправленные изделия, данные о дефектах у потребителя
Декомпозиция A0:
A1:Проектирование
→A2: Производство
→ A3: Контроль на предприятии
Выход: выявленный брак
→A4: Отгрузка продукции
→ A5: Эксплуатация изделия
→ A6: Выявление дефектов у потребителей
→ A7: Исправление дефектов
Модель текущего состояния представлена автором на рис. 3 в нотации IDEF0.

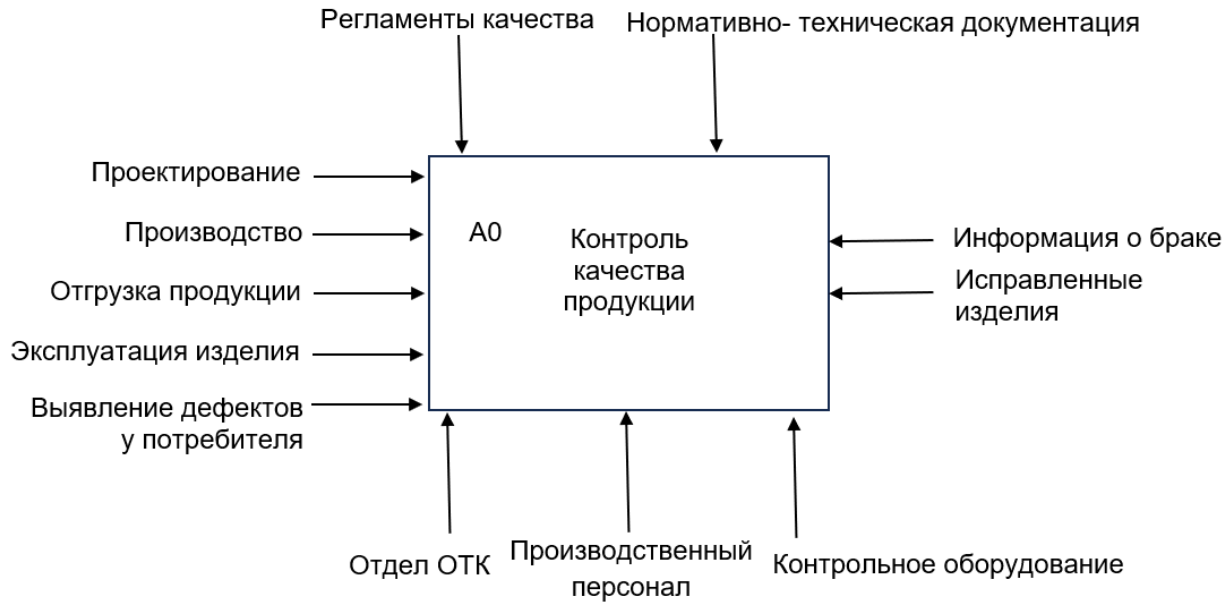


Рис. 3. Текущее состояние системы контроля качества – в нотации IDEF0

2. Модель постпроизводственного мониторинга в составе интегрированной системы управления предприятием (ИСУП)

Для повышения эффективности системы управления качеством на предприятии промышленного производства бытовой техники предлагается внедрение дополнительного модуля постпроизводственного мониторинга в состав интегрированной системы управления предприятием (ИСУП). Основная цель такого модуля – обеспечить цифровую обратную связь на основе фактических данных о дефектах, выявленных после завершения ключевых операций пайки. Это позволит перейти от реактивного к проактивному управлению качеством, с акцентом на предотвращении повторяемых ошибок и повышении устойчивости производственных процессов.

A0: Совершенствованный контроль качества продукции

Управление: расширенные стандарты качества, нормативные акты, цифровые регламенты

Механизмы: производственный персонал, отдел ОТК, модуль мониторинга, ИТ-система

Вход: конструкторская документация, произведенная продукция

Выход: актуализированные данные мониторинга, предупреждение брака, устраненные дефекты.

Декомпозиция A0:

→A1: Проектирование;

→A2: Производство;

→ A3: Контроль на предприятии.

Выход: выявленный брак.

→ A4: Отгрузка продукции;

→ A5: Эксплуатация изделия;

→ A6: Модуль постпроизводственного мониторинга;

→ A7: Выявление дефектов у потребителей;

→ A8: Исправление дефектов.

Модель предлагаемого состояния, разработанная автором, представлена на рис. 4 в нотации IDEF0.

Рис. 4. Модель проектируемого состояния – в нотации IDEF0

Для оценки эффективности функционирования системы контроля качества продукции были разработаны две функциональные модели в нотации IDEF0 – текущая модель и предлагаемая усовершенствованная модель. Представим описание отличий между ними по четырем ключевым составляющим: входам, выходам, управляющим воздействиям и механизмам реализации процесса. Автором предлагается трактовка входов данного процесса, представленная в табл. 1.

Таблица 1

Входы процесса

Элемент	Текущее состояние	Предлагаемое состояние
Базовые этапы	Проектирование, Производство, Отгрузка, Эксплуатация	Те же
Добавление	–	Модуль постпроизводственного мониторинга
Комментарий	Отсутствует возможность системного сбора данных после отгрузки	Интеграция мониторинга как структурного элемента процесса

В предлагаемой модели добавлен новый значимый вход, ориентированный на проактивное отслеживание дефектов после передачи продукции потребителю, что повышает гибкость и полноту системы контроля. Выходы процесса, предложенные автором представлены в табл. 2.

Таблица 2

Выходы процесса

Элемент	Текущее состояние	Предлагаемое состояние
Основные выходы	Информация о браке, Исправленные изделия	Предупреждение брака, Актуализированные данные мониторинга, Устраненные дефекты
Комментарий	Ретроспективный характер реагирования	Появляется возможность превентивной диагностики и активного управления качеством

Количество и глубина выходной информации значительно увеличиваются, акцент смещается с устранения последствий на предупреждение возникновения дефектов. Предлагаемое автором состояние контролирующего процесса представлено в табл. 3.

Таблица 3

Контролирующие воздействия

Элемент	Текущее состояние	Предлагаемое состояние
Тип управления	Нормативно-техническая документация, Регламенты качества	Обновленные стандарты качества, Цифровые регламенты
Комментарий	Используются бумажные нормативы	Цифровая среда управления, быстрая адаптация изменений

Предлагаемый подход демонстрирует цифровизацию нормативной базы, что способствует более гибкому управлению процессами и соответствию современным требованиям стандартизации.

В рамках предлагаемого решения система постпроизводственного мониторинга будет интегрироваться с уже существующими цифровыми платформами предприятия: MES 1C, ERP 1C:ERP, а также PLM-системами Windchill или Teamcenter.

Таким образом, предлагается расширить ИСУП предприятия промышленного производства бытовой техники путем добавления модуля постпроизводственного мониторинга, синхронизирующего данные с:

– MES 1C: первичный контроль и фиксация пайки.

– PLM Windchill / Teamcenter: хранение параметров пайки, Стандартная операционная карта, карты дефектов.

– ERP 1C:ERP: управление корректирующими действиями, ресурсами и сменами.

– BI Qlik / Power BI: визуализация метрик, формирование предиктивных дашбордов.

Данный модуль обеспечит циклическую обратную связь: от выявления дефекта – к обновлению технологических регламентов и операционной документации, формируя замкнутый контур качества пайки на предприятии.

Разработка модуля постпроизводственного мониторинга в составе ИСУП предприятия промышленного производства бытовой техники непосредственно сопрягается с общей системой управления качеством (СУК), выступая как ее цифровой инструмент оперативной обратной связи и принятия корректирующих мер. Включение модуля **постпроизводственного мониторинга** в систему управления качеством не только замыкает цикл PDCA (Plan–Do–Check–Act), но и формирует предпосылки для перехода от линейного к циклическому управлению качеством на основе объективных цифровых данных.

Программное обеспечение: BI-аналитика (Qlik/Power BI), ERP (управление задачами и ресурсами), PLM (обновление стандартной операционной карты), ECM-системы.

Результаты корректирующих действий интегрируются обратно в производственный цикл, обеспечивая постоянное улучшение процессов.

Программное обеспечение: MES 1C (реализация изменений), ERP (планирование корректировок), PLM/ECM (фиксирование обновлений документации).

Заключение

Разработанная модель постпроизводственного мониторинга качества на предприятии промышленного производства бытовой техники основывается на принципе непрерывной обратной связи между этапами пайки и итоговыми испытаниями, что позволяет реализовать полноценный замкнутый контур управления качеством. В рамках данной схемы определены ключевые функциональные блоки, каждый из которых сопровождается применением соответствующих цифровых решений.

Данный модуль обеспечит циклическую обратную связь: от выявления дефекта – к обновлению технологических регламентов и операционной документации, формируя замкнутый контур качества пайки на предприятии.

Разработка модуля постпроизводственного мониторинга в составе ИСУП предприятия промышленного производства бытовой техники непосредственно сопрягается с общей системой управления качеством (СУК), выступая как ее цифровой инструмент оперативной обратной связи и принятия корректирующих мер. Включение модуля **постпроизводственного мониторинга** в систему управления качеством не только замыкает цикл PDCA (Plan–Do–Check–Act), но и формирует предпосылки для перехода от линейного к циклическому управлению качеством на основе объективных цифровых данных.

На основе собранных данных формируются корректирующие мероприятия, направленные на устранение первопричин дефектов.

Список литературы

1. Мусина Г.Р. Цифровое моделирование и мониторинг в CALS-управлении изделием // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2025. – № 5 (86).
2. Дудка В.Д. Менеджмент качества в области высокотехнологичных производств / В.Д. Дудка. – М.: Финансы и кредит, 2023. – 238 с.
3. Хакимуллина А.Р., Козлова А.Т. Управление качеством в организациях авиационной отрасли в эпоху Индустрии 4.0 // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2021. – № 4(62). С. 4–8.
4. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии – М.: Изд-во ЮНИТИ, 2024. – 58 с.
5. Спицнадель В.Н. Системы качества (в соответствии с международными стандартами ISO 9000. – СПб.: Издательский дом «Бизнес-пресса», 2023. – 121 с.
6. Кондратьев С.А. Цифровой двойник в промышленности: концепция, методы, примеры. – М.: Инфра-Инженерия, 2021. – 248 с. ISBN: 978-5-9729-0532-0.
7. ГОСТ 3.1109–82. Единая система технологической документации (ЕСТД). Технологические процессы. Общие требования к содержанию и оформлению документов. – Введ. 1983-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1982. – 18 с.
8. ГОСТ 3.1121–84. Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления технологических документов. – Введ. 1985-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1984. – 24 с.
9. Пантюхин О.В. Разработка методологии управления качеством продукции ответственного назначения на основе цифровых двойников технологических процессов и изделий: автореф. дис. … д-ра техн. наук. – Самара: ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», 2021. – 272 с.

References

1. Musina G.R. (2025). Digital Modeling and Monitoring in CALS Product Management. *Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation*, No. 5 (86).
2. Dudka V.D. (2023). *Quality Management in High-Tech Industries.* Moscow: Finance and Credit. 238 p.
3. Khakimullina A.R., & Kozlova A.T. (2021). Quality Management in the Aviation Industry Organizations in the Era of Industry 4.0. *Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation,* No. 4 (62), pp. 4–8.
4. Krylova G.D. (2024). *Fundamentals of Standardization, Certification, and Metrology*. Moscow: UNITY. 58 p.
5. Spitsnadel V.N. (2023). *Quality Systems (According to International ISO 9000 Standards).* Saint Petersburg: Business Press Publishing House. 121 p.
6. Kondratiev S.A. (2021). *Digital Twin in Industry: Concept, Methods, Examples.* Moscow: Infra-Engineering. 248 p. ISBN 978-5-9729-0532-0.
7. GOST 3.1109–82. Unified System for Technological Documentation (ESTD). Technological Processes. General Requirements for the Content and Design of Documents. Introduced 01.01.1983. Moscow: Standards Publishing House, 1982. 18 p.
8. GOST 3.1121–84. Unified System for Technological Documentation (ESTD). Forms and Rules for the Design of Technological Documents. Introduced 01.01.1985. Moscow: Standards Publishing House, 1984. 24 p.
9. Pantyukhin O.V. (2021). *Development of a Methodology for Quality Management of Critical Products Based on Digital Twins of Technological Processes and Products (on the Example of High-Efficiency Cartridge Cases Manufacturing).* Doctor of Technical Sciences Abstract. Samara: Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev. 272 p.

Для цитирования
Оболенская Е.А. Методология разработки модели цифрового двойника на базе применения технологии онтологии в авиастроении */ III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 581–587.*

УДК 658.512

МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА НА БАЗЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОНТОЛОГИИ В АВИАСТРОЕНИИ

Оболенская Е.А., *аспирант кафедры 1105 «Управление качеством и сертификация» Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), г. Москва*

Рассмотрены ключевые аспекты управления качеством в авиастроении, определяемые высокими рисками и ответственностью. Описаны показатели качества продукции согласно стандартам ИСО серии 9000, пути повышения качества с помощью управления знаниями для реализации стандартов. Подчеркнута важность современных подходов к управлению проектами и продукцией в рамках цифровой трансформации. Приведено обоснование использования онтологий для повышения точности проектирования и оптимизации жизненного цикла изделия.

Ключевые слова: управление качеством, управление знаниями, авиастроение, технология онтологии, повышение качества.

METHODOLOGY FOR DEVELOPING A DIGITAL TWIN MODEL BASED ON THE APPLICATION OF ONTOLOGY TECHNOLOGY IN AIRCRAFT ENGINEERING

Obolenskaya E.A., *Postgraduate student of Department 1105 "Quality Management and Certification" Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow*

The key aspects of quality management in the aircraft industry, determined by high risks and responsibilities, are considered. Product quality indicators according to ISO 9000 standards are described, as well as ways to improve quality through knowledge management for the implementation of standards. The importance of modern approaches to project and product management in the context of digital transformation is emphasized. The rationale for using ontologies to improve the accuracy of design and optimize the product lifecycle is given.

Keywords: quality management, knowledge management, aircraft engineering, technology of ontology, quality improvement.

Авиастроение является одной из наиболее сложных отраслей промышленности, характеризующейся высоким уровнем риска и ответственности. Качество продукции авиационной отрасли оказывает непосредственное влияние на безопасность полетов, эффективность эксплуатации воздушных судов и конкурентоспособность предприятий-производителей. Управление качеством в авиастроении представляет собой комплекс мероприятий, направленных на обеспечение соответствия производимой продукции установленным требованиям и стандартам [1].

Качество продукции авиастроения определяется рядом показателей, среди которых можно выделить [2]:

– Безопасность: продукция должна соответствовать международным нормам и правилам, обеспечивающим безопасность пассажиров и экипажа.

– Надежность: способность изделия сохранять работоспособность в течение заданного срока службы.

– Ремонтопригодность: удобство обслуживания и ремонта изделий в процессе эксплуатации.

– Экономичность: оптимизация затрат на производство и эксплуатацию продукции.

– Экологичность: минимизация негативного воздействия на окружающую среду.

Система менеджмента качества (СМК) в авиастроении основывается на стандартах серии ИСО 9000, которые устанавливают требования к организации процессов проектирования, производства, контроля и сертификации продукции [3, 4].

Серия стандартов ИСО 9000 представляет собой международно признанную систему управления качеством, предназначенную для обеспечения стабильности и улучшения качества продукции и услуг. Основной целью данных стандартов является удовлетворение потребностей и ожиданий потребителя путем установления четких критериев и процессов управления деятельностью организации. Применительно к авиастроению рассмотрим следующие стандарты:

– ГОСТ Р ИСО 9000–2015: Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.

– ГОСТ Р ИСО 9001–2015: Системы менеджмента качества. Требования.

– ГОСТ Р ИСО 9004–2019: Менеджмент качества. Качество организаций. Руководство по достижению устойчивого успеха организации.

Основными принципами системы управления качеством по стандартам ИСО серии 9000 являются:

– ориентация на потребителя;

– лидерство;

– взаимодействие работников;

– процессный подход;

– улучшение;

– принятие решений на основе свидетельств;

– менеджмент взаимоотношений.

Эти принципы обеспечивают надежную основу для организации процессов, гарантирующих стабильность и улучшение качества продукции.

Согласно требованиям стандарта, ГОСТ Р ИСО 9000–2015, ключевыми путями повышения качества продукции являются [3, 4]:

– Определение и измерение показателей качества. Организации обязаны устанавливать ясные количественные и качественные индикаторы, которые могут объективно оценивать степень удовлетворения нужд потребителей.

– Постоянное улучшение процессов. Необходимо регулярно отслеживать выполнение процессов, анализировать полученные данные и предпринимать корректирующие действия для устранения отклонений.

– Контроль сырья и материалов. Поставщики должны соответствовать установленным критериям качества, а поступающее сырье подлежит тщательной проверке.

– Мониторинг производственной среды. Все факторы, влияющие на конечный продукт, подлежат контролю и оценке, чтобы исключить негативное влияние окружающей среды на продукцию.

– Регулярное обучение персонала. Сотрудники должны иметь достаточный уровень подготовки и постоянно повышать квалификацию, чтобы гарантировать качественное исполнение своей роли в процессе производства.

– Документированная процедура внесения изменений. Любые изменения в процессах или продукции должны проходить процедуру одобрения и контролироваться соответствующими подразделениями.

– Анализ и устранение несоответствий. Несоответствия в качестве продукции немедленно выявляются и устраняются, а причины возникновения устанавливаются для предотвращения повторных нарушений.

– Оценка удовлетворенности потребителей. Получаемая обратная связь от потребителей учитывается при планировании мероприятий по улучшению качества продукции.

Практическое применение принципов менеджмента качества невозможно без качественной базы знаний. Под управлением знаниями понимается совокупность процессов, направленных на идентификацию, получение, хранение, передачу и использование знаний, накопленных организацией, а также обмен лучшими практиками. Основными целями управления знаниями являются улучшение производительности, повышение инновационного потенциала и обеспечение устойчивого роста организации.

На сегодняшний день российские стандарты в области качества определяют требования к качеству продукции и услуг, однако прямое регулирование процессов управления знаниями отсутствует. Тем не менее существует тесная связь между этими двумя областями, поскольку эффективное управление знаниями способствует достижению высоких показателей качества продукции и услуг, а также росту инновационного потенциала компании [5].

Российская практика показала, что успешное внедрение стандартов качества часто сопровождается улучшением управления знаниями. Причина кроется в следующем. Система управления качеством предусматривает регулярный аудит и оценку результатов деятельности. Эффективное управление знаниями позволяет накапливать опыт предыдущих аудитов, что ведет к своевременному выявлению слабых мест и устранению недостатков. Нормативные документы, регулирующие деятельность организации, формируют хранилище ценных знаний. Организация и систематизация таких документов создают предпосылки для оперативного поиска нужной информации сотрудниками [6].

Регулярные обновления и изменения в стандартах требуют постоянного обучения персонала. Процессы управления знаниями обеспечивают быстрое распространение актуальной информации и поддержание компетенции сотрудников на высоком уровне. Постоянное стремление к совершенствованию процессов и качества продукции подразумевает необходимость постоянного анализа опыта конкурентов и лучших практик рынка. Управление знаниями помогает интегрировать внешние знания в повседневную работу организации.

Российский подход к управлению знаниями включает несколько этапов:

1. Идентификация и классификация знаний: установление приоритетов и разделение знаний на явные и неявные.
2. Создание инфраструктуры: разработка информационной системы для хранения и распространения знаний.
3. Разработка процедур и инструкций: регламентация процессов управления знаниями.
4. Оценка эффективности: периодический анализ влияния управления знаниями на достижение стратегических целей организации.

Такая методика хорошо сочетается с системой качества, предусматривающей постоянный цикл PDCA (Plan-Do-Check-Act), где каждый этап поддерживается знаниями и компетентностью работников.

В российских компаниях, сертифицированных по стандартам ИСО, отмечается тенденция перехода от простых процессов документооборота к комплексной стратегии управления знаниями. Особенно важны такие меры для предприятий оборонно-промышленного комплекса, энергетического сектора и строительной отрасли, где высокие требования к качеству сочетаются с необходимостью поддержания уникального технологического наследия. В результате грамотного сочетания принципов управления знаниями и требований стандартов качества наблюдается рост удовлетворенности потребителей, сокращение числа дефектов и увеличение скорости выхода инновационных продуктов на рынок [7].

Современные международные нормы управления организациями, включая недавно принятые государственные стандарты Российской Федерации, настоятельно рекомендуют активизацию процессов управления знаниями. Однако существующие информационно-технические средства недостаточно поддерживают указанные процедуры, вследствие чего

управление знаниями становится сложной задачей, практически трудно осуществимой на предприятиях.

Предлагаемая методология предполагает реализацию механизма управления знаниями через создание специализированных баз знаний, организуемых в форме онтологий – концептуальных сетей понятий и отношений соответствующей предметной области. Сегодня база знаний предприятия способна создаваться на принципах технологий Семантического Веба (Semantic Web). Такие базы формируются с использованием специальных онтологических редакторов и языков программирования (например, OWL (Web Ontology Language), SHOE и другие), предназначенных для формализации знаний в соответствующих предметных областях [8].

Центральным компонентом баз знаний выступают онтологии, фиксирующие понятия и отношения, характерные для определенных аспектов деятельности предприятия, такие, как продукция, персонал, внутренние процессы и прочие важные категории. Подобные базы знаний помогают унифицировать знания, обеспечивать автоматические выводы и логически строгие заключения, облегчать принятие управленческих решений.

Технологии онтологий представляют собой инструментальное средство для структурированного представления и управления знаниями в определенной предметной области. Основная цель онтологии состоит в описании сущностей, их свойств и взаимоотношений таким образом, чтобы обеспечить понимание смысла и логики предметов и процессов.

Термин «онтология» имеет древнегреческое происхождение и означает учение о бытии. В информатике онтологией называют эксплицитную специфику какой-то части мира, включающей объекты, их свойства и взаимоотношения. По сути, это попытка описать мир с точки зрения компьютерной программы, позволяя ей интерпретировать знания так же, как человек воспринимает реальность.

Основные компоненты онтологии включают [9]:

– Классы (concepts);
– Свойства (properties);
– Отношения (relations);
– Ограничения (constraints);
– Правила (rules).

Эти элементы объединяются в формализованную структуру, которая служит основой для понимания, хранения и обработки информации.

Как было описано выше, авиастроение является одной из наиболее высокотехнологичных отраслей промышленности, характеризующейся сложной структурой процессов проектирования, производства и эксплуатации авиационной техники. Современные самолеты представляют собой сложные инженерные системы, состоящие из множества взаимосвязанных компонентов и подсистем. В связи с этим управление такими системами требует эффективного взаимодействия различных дисциплин и областей знания, включая аэродинамику, конструкцию материалов, электронику, автоматизацию управления полетом и безопасность полета.

Одной из ключевых проблем современного авиастроения является сложность интеграции разнородных данных и знаний, полученных из разных источников. Традиционные подходы к управлению информацией часто приводят к дублированию усилий, ошибкам в проектировании и повышенному риску отказов оборудования. Это особенно актуально в условиях постоянного роста требований к надежности и эффективности воздушных судов, а также ужесточения экологических норм и стандартов безопасности [10].

По этой причине предлагается использовать технологию онтологии, которая позволяет систематизировать и структурировать знания, обеспечивая единое представление всех аспектов разработки самолета. Онтология представляет собой формальное описание понятий и отношений внутри определенной предметной области, что помогает устранить семантический разрыв между различными дисциплинами и участниками процесса разработки.

Применение онтологического подхода обеспечивает прозрачность и согласованность проекта, позволяя выявлять противоречия и улучшать качество принимаемых решений.

Применение онтологической модели в авиастроении имеет ряд значимых преимуществ:

–Повышение качества проектирования: использование общей терминологии и структуры данных снижает вероятность ошибок и несоответствий на этапах проектирования и производства.

–Оптимизация жизненного цикла изделия: формализация и стандартизация процессов способствует сокращению сроков вывода новых моделей самолетов на рынок, снижению затрат на обслуживание и ремонт.

–Обеспечение совместимости систем: благодаря четкому определению интерфейсов и протоколов, обеспечивается совместимость различных подсистем воздушного судна.

–Интеграция инженерных данных: обеспечивая интеграцию разнородных источников данных, технология онтологии упрощает процесс принятия обоснованных технических решений.

Данная технология по предлагаемой методологии будет использоваться в качестве модуля для создания модели цифрового двойника на стадии проектирования летательного аппарата и управления жизненным циклом изделия.

Для этого представим схему предлагаемой методологии на базе технологии «онтологии» для стадии проектирования летательного аппарата (см. рисунок).

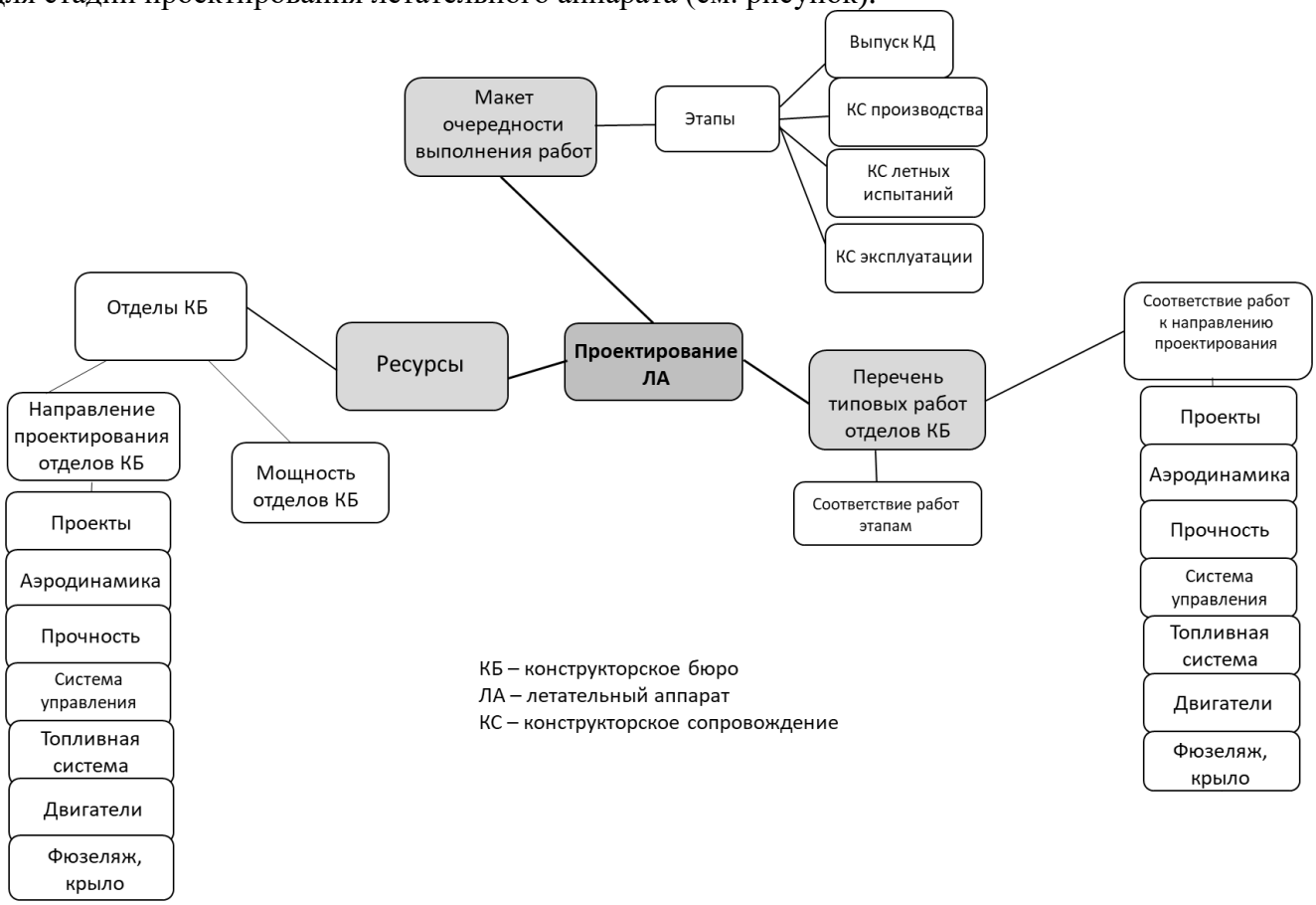


Схема онтологии для этапа «Проектирование ЛА»

Данная схема показывает, что для проектирования летательного аппарата нужно создать базу знаний об этом процессе. Эта база знаний включает в себя:

1. Сведения о ресурсах (в данном случае это сведения об отделах КБ):

1.1. Направление проектирования отделов КБ (перечень отделов с их принадлежностью к направлению проектирования)

1.2. Мощность отделов КБ (суммарное количество трудоемкости, которое могут выработать отделы КБ)

2. Перечень типовых работ отделов КБ.

2.1. Соответствие работ этапам.

2.2. Принадлежность работ к направлению проектирования (это необходимо для составления макета очередности выполнения работ).

3. Макет очередности выполнения работ

3.1. Этапы

Исходя из построенной базы знаний, можно построить календарно-сетевой план проектирования ЛА. На вход будут поступать следующие данные: наименование работ с указанием отдела и сроков выполнения. Далее по словам или словосочетаниям из входных данных будет определяться соответствие работ направлению проектирования (по отделу и наименованию работы), а также соответствие этапам выполнения.

В макет очередности выполнения работ будут подтягиваться данные из перечня типовых работ отделов КБ по атрибуту «принадлежности работ к направлению проектирования» (с указанием конкретного отдела КБ и мощности) и далее выстраиваться в этапы проектирования. Таким образом, мы получаем картину жизненного цикла этапа проектирования, которым можно оперативно управлять на всех его этапах. В случае возникновения обстоятельств из внешней и внутренней среды предприятия, управление будет осуществляться по принципу «адаптивного» планирования. И чем больше задать данных в базу знаний с помощью технологии онтологии, тем более точную картину или ответ можно получить на выходе.

Таким образом, применение технологии онтологии в авиастроении становится необходимым условием повышения конкурентоспособности предприятий отрасли. Эффективное управление знаниями и интеграция сложных инженерных данных способствуют созданию надежных и эффективных самолетов нового поколения, соответствующих современным требованиям рынка и потребителей.

Список литературы

1. Cai H., Zhang, W., & Zhu, Z. Quality Management and Analysis of Aircraft Final Assembly Based on Digital Twin. 2019 11th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC), 2019.
2. Lesik E. Analysis of the objectives of managing product requirements and product quality. Izvestiya of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2023.
3. ГОСТ Р ИСО 9000–2015. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества, 2015.
4. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Требования», 2015.
5. Saini, P., Jain, R., & Jain, N. Knowledge Management. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, 2023.
6. Farooq, R. Developing a conceptual framework of knowledge management. International Journal of Innovation Science, 2019.
7. Стариков, Д.А. Модель оценки эффективности систем управления знаниями в высокотехнологичных компаниях / Д.А. Стариков // Вестник евразийской науки. – 2025 – Т. 17 – № 2.
8. Gorda, O., & Tsiutsiura, M. Cognitive technologies of the subject area based on ontology. Management of Development of Complex Systems, 2023.
9. Сычев О.А., Пенской Н.А., Терехов Г.В. Метод разработки интеллектуальных тренажеров на основе онтологии предметной области. Онтология проектирования. 2025 Т.15, №1(55). С. 67–81.
10. Kovrigin E., & Vasiliev V. Trends in the development of a digital quality management system in the aerospace industry. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020.

References

1. Cai H., Zhang W., & Zhu Z. Quality Management and Analysis of Aircraft Final Assembly Based on Digital Twin. 2019 11th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC), 2019.
2. Lesik E. Analysis of the objectives of managing product requirements and product quality. Izvestiya of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2023.
3. GOST R ISO 9000–2015. The national standard of the Russian Federation. "Quality Management Systems", 2015.

4. GOST R ISO 9001–2015. The national standard of the Russian Federation. Quality management systems. Requirements", 2015.
5. Saini P., Jain, R., & Jain, N. Knowledge Management. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, 2023.
6. Farooq, R. Developing a conceptual framework of knowledge management. International Journal of Innovation Science, 2019.
7. Starikov D.A. Model for evaluating the effectiveness of knowledge management systems in high-tech companies. The Eurasian Scientific Journal. 2025;17(s2).
8. Gorda O., & Tsiutsiura M. Cognitive technologies of the subject area based on ontology. Management of Development of Complex Systems, 2023.
9. Sychev O.A., Penskoi N.A., Terekhov G.V. A method for developing intelligent simulators based on domain ontology. The ontology of design. 2025 Vol.15, No. 1(55). Pp. 67–81.
10. Kovrigin E., & Vasiliev V. Trends in the development of a digital quality management system in the aerospace industry. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020.

Для цитирования
Скорнякова Е.А. *Искусственный интеллект в моделировании бизнес-процессов для информационно-управляющих систем / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 588–593.*

УДК 004.89

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В МОДЕЛИРОВАНИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Скорнякова Е.А., *канд. техн. наук, БГТУ ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова, Россия, г. Санкт-Петербург*

Анализ трендов стандартизации в области искусственного интеллекта в России показывает экспоненциальный рост за последние годы, что полностью соответствует национальной стратегии развития нашей страны. В статье рассматривается интеграция искусственного интеллекта в информационно-управляющие системы организаций. Особое внимание уделяется применению ML, NLP и Process Mining для автоматизации моделирования бизнес-процессов. Предложена концептуальная модель использования ИИ как «когнитивного усилителя» аналитика.

Ключевые слова: искусственный интеллект, LLM, GenAI, NLP, CV, моделирование бизнес-процессов, информационно-управляющая система, ERP

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN BUSINESS PROCESS MODELING FOR INFORMATION MANAGEMENT SYSTEMS

Skorniakova E.A., *Ph.D., Associate Professor of O7 "Information Systems and Software Engineering" Department, BSTU VOENMEH named after D.F. Ustinov, Russia, St. Petersburg*

An analysis of artificial intelligence standardization trends in Russia reveals exponential growth in recent years, which is fully consistent with our country's national development strategy. This article examines the integration of artificial intelligence into management information systems enterprise. Particular attention is paid to the use of ML, NLP, and process mining to automate business process modeling. A conceptual model for using AI as a "cognitive amplifier" for analysts is proposed.

Keywords: Artificial Intelligence, LLM, GenAI, NLP, CV, Business Process Modeling, Management Information System, ERP

В соответствии с данными, представленными на сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) [1], в нашей стране введено в действие более 150 стандартов по направлению «искусственный интеллект» (ИИ). Динамика по годам показывает экспоненциальный рост с двух стандартов в 2019 году до 61 стандарта в 2024 году, наблюдается смена приоритетов и переход от базовых понятий к отраслевой специализации, резкий рост стандартов по ИИ для промышленности, при этом стабильное развитие здравоохранения и образования на всех этапах. Значительный рост количества стандартов свидетельствует об интенсивном развитии нормативной базы в области ИИ в Российской Федерации и соответствует задачам национальной стратегии развития ИИ до 2030 года, а также стратегическим приоритетам цифровой трансформации экономики РФ.

Активное распространение ИИ практически во всех сферах подчеркивает его универсальность и эффективность в части решения задач в абсолютно разных областях, программная инженерия и информационно-управляющие системы не являются исключением [2–5].

Автоматизация процессов промышленных предприятий остается одним из самых динамичных и критически важных трендов, трансформирующих реальные секторы экономики. При этом в рамках задач автоматизации рассматривается уже не просто внедрение одной информационно-управляющей системы, а создание цифрового слоя предприятия (Digital Thread), где системы интегрированы друг с другом для обеспечения единого информационного пространства, прозрачности и управления в режиме реального времени (рис. 1). Движение по уровням систем идет слева направо (от уровня 1 к уровню 5): движение данных от простых сигналов с датчиков до комплексной бизнес-аналитики.

Рис. 1. Уровни интеграции систем для создания цифрового слоя предприятия

Если рассматривать каждый из представленных уровней с точки зрения применения технологий ИИ, то наибольшее количество готовых к внедрению, коммерчески успешных решений с ИИ сегодня сосредоточено на уровне 4 (MES/MOM) и уровне 5 (ERP).

В настоящее время системы MES/MOM и PLM являются безусловными лидерами по внедрению ИИ, для этих систем представлено наибольшее количество высокоэффективных решений, например предиктивная аналитика качества (ИИ анализирует данные с оборудования и параметры процесса в реальном времени, чтобы предсказать брак партии до ее окончания) и предиктивное техническое обслуживание (алгоритмы ИИ предсказывают отказ оборудования по вибрации, температуре и току, позволяя проводить ремонт именно тогда, когда это нужно, а не по графику). Отдельно хочется упомянуть цифровые двойники, использующие ИИ и машинное обучение для более точного моделирования и прогнозирования поведения реального объекта. Так практически все современные MES- и IIoT-платформы (Siemens Opcenter, AVEVA, PTC ThingWorx) имеют встроенные модули предиктивного обслуживания и аналитики.

Проработанность инструментов и методов ИИ на уровне управления производством и цепочками поставок также подкрепляется и стандартами РФ в этой области, например, в ПНСТ 955–2024 «Искусственный интеллект в машиностроении. Варианты использования» приводятся конкретные примеры применения ИИ в управлении жизненным циклом продукции машиностроения, имитационном и прогнозном моделировании за счет применения больших языковых моделей (LLM), оптимизации цепочек поставок и пр. Подобные рекомендации по вариантам использования ИИ уже действуют для станкоинструментальной промышленности (ПНСТ 964-2024), для железнодорожного (ПНСТ 884-2023) и водного (ПНСТ 866-2023) транспорта и других отраслей.

Второе место по количеству решений с применением технологий ИИ занимают ERP-системы, но чаще всего применяемые решения в таких системах носят именно «тактический» характер: прогнозирование спроса, оптимизация цепочек поставок, роботизация процессов (RPA), чаще всего рутинных офисных задач в финансах и бухгалтерии, HR-аналитика. К наиболее известным примерам таких систем можно отнести SAP с платформой SAP AI Core, Oracle с Oracle AI, а также множество сторонних решений, которые интегрируются в 1С и другие ERP.

В качестве рекомендаций по применению ИИ в части бизнес-процессов (БП), реализуемых в ERP-системах, может быть использован стандарт ISO/IEC TR 24030:2024,

который пришел на смену ISO/IEC TR 24030:2021 Information technology – Artificial intelligence (AI) – Use cases, этот предварительный стандарт содержит примеры применения ИИ в разных отраслях, в том числе в финансах и HR. Специализированных отраслевых рекомендаций и стандартов по применению ИИ в управлении персоналом и бухгалтерии на текущий момент нет, но уже сейчас существует множество рекомендаций, например, по этике использования ИИ в процессе подбора персонала, например, алгоритм не должен допускать дискриминации по полу, возрасту и другим признакам. Такие рекомендации являются хорошим заделом на будущее для создания регламентирующих документов в этих сферах.

В «Структуре системы национальных стандартов в области искусственного интеллекта» [6] отдельное место отводится прикладным технологиям ИИ межотраслевого назначения, по направлению стандартизации которых разрабатываются международные документы, описывающие варианты использования ИИ в различных прикладных отраслях, определяющие общие принципы и последствия их использования для управления организациями (табл. 1).

Таблица 1

Международные и межотраслевые стандарты в области прикладных технологий искусственного интеллекта

Категория	№	Номер и наименование документа	Стадия разработки	Межотраслевая ценность
Стандарты, связанные с качеством данных и управлением данными (фундамент ИИ)	1	ISO/IEC 5259-series Artificial intelligence – Data quality for analytics and machine learning (ML)	Опубликован	Определяет метрики для оценки пригодности данных для конкретной ML-задачи (например, для классификации или регрессии), что является универсальным языком для data scientists и инженеров в любой отрасли – от фармацевтики до финансов.
Стандарты, связанные с надежностью, безопасностью и этикой (Доверие к ИИ)	2	ISO/IEC TR 24029-series Artificial Intelligence (AI) – Assessment of the robustness of neural networks	Опубликован	Критически важен для любых систем, где ошибка ИИ может иметь серьезные последствия: беспилотные автомобили, медицинская диагностика, финансовый скоринг. Позволяет количественно измерить надежность модели.
	3	ISO/IEC 42001:2023 Information technology – Artificial intelligence – Management system	Опубликован	Предоставляет организациям любой отрасли готовую структуру (framework) для создания, внедрения, поддержания и улучшения системы управления ИИ. Помогает управлять рисками, обеспечивать прозрачность и демонстрировать соответствие требованиям.
	4	ISO/IEC TR 24368:2022 Information technology – Artificial intelligence – Overview of ethical and societal concerns	Опубликован	Обзор этических и социальных проблем, связанных с ИИ. Помогает организациям понять ландшафт рисков

Категория	№	Номер и наименование документа	Стадия разработки	Межотраслевая ценность
	5	ISO/IEC 12792 Information technology – Artificial intelligence – Transparency taxonomy of AI systems	В разработке	Стандарт определяет таксономию элементов информации для помощи заинтересованным сторонам в области ИИ выявлять и удовлетворять потребности в прозрачности систем ИИ
Стандарты, связанные с интероперабельностью и совместной работой (экосистема ИИ)	6	ISO/IEC 23053:2022 Framework for Artificial Intelligence (AI) Systems Using Machine Learning (ML)	Опубликован	Определяет общие компоненты (управление данными, обучение моделей, логический вывод) и их взаимодействие. Это способствует созданию модульных, масштабируемых и совместимых решений.

Технологии ИИ, которые могут быть применены при внедрении информационно-управляющих систем (ИУС), представляют именно межотраслевое значение, так как этапы таких проектов универсальны вне зависимости от сферы деятельности организации.

Цикл внедрения любой ИУС (будь то ERP, CRM, MES или BI-платформа) соответствует примерно одной и той же схеме, независимо от отрасли:

- этап 1 – предпроектное обследование и анализ (As-Is);
- этап 2 – проектирование решения (To-Be) и моделирование процессов;
- этап 3 – разработка/конфигурация системы;
- этап 4 – тестирование (модульное, интеграционное, UAT);
- этап 5 – развертывание (миграция данных, обучение пользователей);
- этап 6 – эксплуатация и поддержка (Hypercare, непрерывное улучшение).

Несмотря на сложность определения конкретной продолжительности каждого из этапов внедрения ИУС ввиду значительной зависимости от выбранного подхода (Agile или Waterfall), сложности проекта (используется «коробочная» версия или требуется существенная кастомизация) и других факторов, на основе данных из авторитетных источников (PMI, методологии SAP, Standish Group) могут быть сформулированы ориентиры, подтверждающие общую логику распределения доли времени каждого этапа от общей продолжительности проекта: этап 1 – 5%, этап 2 – 20%, этап 3 – 30%, этап 4 – 30%, этап 5 – 5%, этап 6 – 10%. При этом в PMI PMBOK отмечается, что этап 1 является критически важным, его недооценка – ключевая причина провалов проектов по внедрению ИУС. Не менее критичным является этап 2, методология SAP ASAP прямо определяет этот этап (Business Blueprint) как один из самых длительных, именно в рамках этого этапа формируется фундамент проекта.

Создание единой, формализованной модели БП организации является «мостом» между ИТ и бизнесом. Согласно BPM CBOK 4.0 [7] конкурентоспособность организации обеспечивается за счет приблизительно 5% процессов, то есть только 5% того, что они предлагают клиентам, реально отличает их от конкурентов. Еще 15% – это важные ключевые процессы, которые поддерживают конкурентное преимущество, а остальные 80% – это рутинные БП, которые могут следовать отраслевым стандартам или общепринятым отраслевым практикам. Именно 80% БП могут быть реализованы типовыми решениями ИУС, доработка которых под специфику отрасли будет требоваться только в исключительных случаях.

Таким образом, ресурсы организации и привлекаемых интеграторов ИУС целесообразно концентрировать именно на 20% ключевых процессов, а проектирование остальные 80% процессов может быть осуществлено на основе существующих общепринятых отраслевых

практик с применением технологий ИИ. В уже созданных отечественных стандартах по ИИ представлены варианты использования технологии на основе глубоких нейронных сетей, а также технологии анализа больших объемов текстовых данных на основе алгоритмов обработки естественного языка, которые и представляют в настоящее время наибольший интерес для анализа больших объемов текстовых данных в рамках моделирования БП, которыми являются как документы самой организации (стандарты, инструкции, технологическая документация и пр.), так и ключевые документы внедряемой ИУС (регламенты бизнес-процессов, рабочие инструкции и базы знаний и пр.).

Такое применение LLM по сути может заменить часть функционала и бизнес-аналитика, и системного аналитика. В данном случае ИИ выступает в качестве «когнитивного усилителя» или «цифрового напарника» аналитика, забрав на себя рутинные и трудоемкие аналитически задачи.

Практический опыт работы различных компаний показывает, что анализ процессов необходимо выполнять на таком уровне детализации, чтобы вся деятельность организации сводилась к 150–200 процессам [7]. То есть несложно понять выгоду от применения технологий ИИ как минимум в отношении моделирования 80% рутинных БП, учитывая, что средняя зарплата бизнес-аналитика, по данным hh.ru, в Москве в среднем составляет 150–200 тыс. руб., а продолжительность создания и согласования модели БП среднего уровня сложности, по данным неформальных опросов на платформе BPM.com, составляет от 20 до 50 часов.

Применение технологий ИИ для моделирования БП в рамках проектов внедрения ИУС можно представить в виде концептуальной модели (рис. 2).

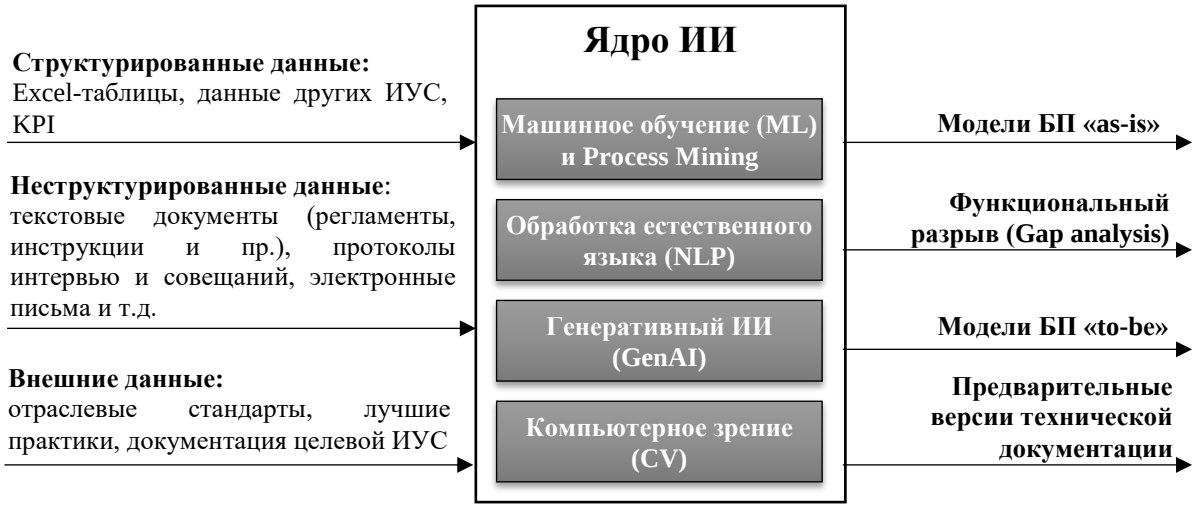


Рис. 2. Концептуальная модель применения ИИ в моделировании БП для ИУС

Входными данными или источниками знаний для ИИ на представленной модели (рис. 2) являются как структурированные, так и неструктурированные данные, в том числе из источников вне организации, моделирующей процессы для внедрения ИУС. В качестве структурированных данных также могут выступать логи ИУС, а в качестве неструктурированных данных – голосовые записи, скриншоты интерфейсов и пр.

ML и Process Mining позволяют осуществлять автоматическое обнаружение реальных процессов из логов систем, выявлять отклонения, «узкие места» и неоптимальные маршруты. В то время как NLP извлекает сущности (роли, действия, документы), связи и процессы из текстовой информации, осуществляет семантический анализ для понимания контекста и выявления противоречий, GenAI в предложенной модели создает артефакты на основе анализа входных данных, формализует функциональный разрыв между БП и типовым решением внедряемой ИУС, создает модели БП «to be» и предварительные версии технической документации для дальнейшей проработки аналитиками. Безусловно, при практической реализация предложенной модели возможны сложности, как при ее разработке, так и при

интеграции (например, необходимость управления изменениями, преодоления сопротивления и адаптации под человеческий фактор), но именно поэтому из процесса моделирования БП нельзя исключать профильных специалистов, о чем и говорилось выше.

Практическое развитие и реализация предложенной концептуальной модели может не просто стать улучшением существующих практик, но и осуществить фундаментальный сдвиг парадигмы в области внедрения ИУС. Судя по тенденциям развития ИИ и развития стандартизации в этой области подход к моделированию БП для ИУС на основе указанных технологий может стать новой отраслевой нормой в среднесрочной перспективе и открыть новые перспективы как для бизнеса (конечных заказчиков), так и для консалтинговых компаний и интеграторов.

Список литературы

1. Федеральное агентство по техническому регулированию. Действующие стандарты по направлению «Искусственный интеллект» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rst.gov.ru/portal/gost//home/standarts/aistandarts (дата обращения: 13.10.2025).
2. Лестенко Н.А., Вальштейн К.В., Верхова А.А. Современные методы построения систем искусственного интеллекта для обработки аудиосигналов // Noise Theory and Practice. – 2025. – Т. 11, № 1(40). – С. 26–42.
3. Семенова Е. Г., Смирнова М.С., Ивакин Я.А. Алгоритм выявления и устранения гетероскедастичности при экспериментальном исследовании глубоких нейросетей // Автоматизация в промышленности. – 2023. – № 3. – С. 32–36.
4. Бурый А.С., Цаплина О.С. Генеративный искусственный интеллект цифрового университета // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2024. – № 5(80). – С. 85–91.
5. Лопатин И.Н. Многоуровневые системы качественных данных на основе моделей искусственного интеллекта: проблемы и решения // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2025. – № 1(82). – С. 70–75.
6. Гарбук С.В., Шалаев А.П. Перспективная структура национальных стандартов в области искусственного интеллекта // Стандарты и качество. – 2021. – № 10. – С. 26–33.
7. Свод знаний по управлению бизнес-процессами: BPM CBOK 4.0 / Тони Бенедикт, Матиас Кирхмер, Марк Шарсиг, Питер Франц, Раджу Саксена, Дэн Моррис, Джек Хилти / Под ред. А.А. Белайчука; Пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2022. – 504 с.

References

1. Federal Agency for Technical Regulation. Current standards in the field of "Artificial Intelligence". Available at: https://www.rst.gov.ru/portal/gost//home/standarts/aistandarts (accessed: 13.10.2025).
2. Lestenko N.A., Valshtein K.V., Verkhova A.A. Modern methods of constructing artificial intelligence systems for processing audio signals // *Noise Theory and Practice*. 2025, vol. 11, no. 1(40), pp. 26–42.
3. Semenova Ye. G., Smirnova M.S., Ivakin Ya.A. Algorithm for identifying and eliminating heteroscedasticity in an experimental study of deep neural networks // *Avtomatizatsiya v promyshlennosti*. 2023, no. 3, pp. 32–36.
4. Buryi A.S., Tsaplina O.S. Generative artificial intelligence of a digital university // *Informatsionno-ekonomicheskiye aspekty standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniya*. 2024, no. 5(80), pp. 85–91.
5. Lopatin I.N. Vultilevel systems of qualitative data based on artificial intelligence models: problems and solutions. *Informatsionno-ekonomicheskiye aspekty standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniya*. 2025, no. 1(82), pp. 70–75.
6. Garbuk S.V., Shalaev A.P. Prospective structure of national standards in the field of artificial intelligence. *Standarti i kachestvo*. 2021, no. 10, pp. 26–33.
7. Tony Benedict, Matthias Kirchmer, Mark Scharsig, Peter Franz, Raju Saxena, Dan Morris, Jack Hilty *BPM CBOK Version 4.0 Guide to the Business Process Management Common Body Of Knowledge*. Trans. from eng. Moscow: Alpina Publisher, 2022, 504 p.

Для цитирования
Тарасова А.И., Бичева Т.А. Электронная структура изделия в автоматизированном проектировании / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 594–598.

УДК 006.4

ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА ИЗДЕЛИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Тарасова А.И., *старший преподаватель, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта», Россия, г. Москва*
Бичева Т.А., *старший преподаватель, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта», Россия, г. Москва*

Проведен анализ фонда общетехнических стандартов в единой системе конструкторской документации на электронные документы. Определены роль и значение электронной структуры изделия в системе автоматизированного проектирования. Исследован методический инструментарий к выполнению, составу и визуализации структуры изделия, формированию текстовых документов на изделие и его составные части. Проведена оценка адаптационного потенциала в модельно-ориентированном проектировании

Ключевые слова: электронный конструкторский документ, электронная модель изделия, электронная модель детали, электронная структура изделия, жизненный цикл изделия, PDM-система, пакет электронных данных, цифровые двойники изделий.

ELECTRONIC STRUCTURE OF A PRODUCT IN COMPUTER-AIDED DESIGN

Tarasova A.I., Senior Lecturer, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Russian University of Transport", Russia, Moscow
Bicheva T.A., Senior Lecturer, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Russian University of Transport", Russia, Moscow

Research: The analysis of the fund of general technical standards in the unified system of design documentation for electronic documents is carried out. The role and importance of the electronic structure of the product in the computer-aided design system are determined. The methodological tools for the implementation, composition and visualization of the structure of the product, the formation of text documents for the product and its components are investigated. An assessment of the adaptation potential in model-based design is carried out

Keywords: Electronic design document, electronic product model, electronic part model, electronic product structure, product life cycle, PDM system, electronic data package, digital twins of products.

Активное внедрение компьютерных технологий в разработку и производство технических изделий создало новые условия для передачи конструкторской информации с помощью компьютера. Новые понятия и определения повлекли за собой совершенствование единой системы конструкторской документации.

В фонде общетехнических стандартов в единой системе конструкторской документации появляется понятие электронного документа (ДЭ) [1].

Электронный документ выполняют на стадии разработки изделия, получая в результате автоматизированного проектирования. Его применяют на всех стадиях жизненного цикла изделия (ЖЦИ).

Электронный конструкторский документ представлен в двух видах:

– внутренний вид – электронная информация, воспринимаемая только программно-техническими средствами;

– внешний вид – визуальная форма восприятия.

Две части конструкторского документа, содержательная и реквизитная, представляют собой:

– содержательная часть – одна или несколько информационных единиц, в которых содержится необходимая информация об изделии: текстовая, графическая или аудиовизуальная.

– реквизитная часть – структурированный по назначению набор реквизитов. Номенклатура реквизитов выполняется по ГОСТ 2.104 [2].

В свою очередь, электронные документы подразделяют на простые, составные и агрегированные, в зависимости от содержательной части (ГОСТ 2.051, приложение Б [1]).

В простом документе содержательная часть содержит одну информационную единицу; в составном – несколько информационных единиц, связанных друг с другом ссылками; в агрегированном – в виде нескольких информационных единиц, информационно связанных друг с другом (рис. 1).

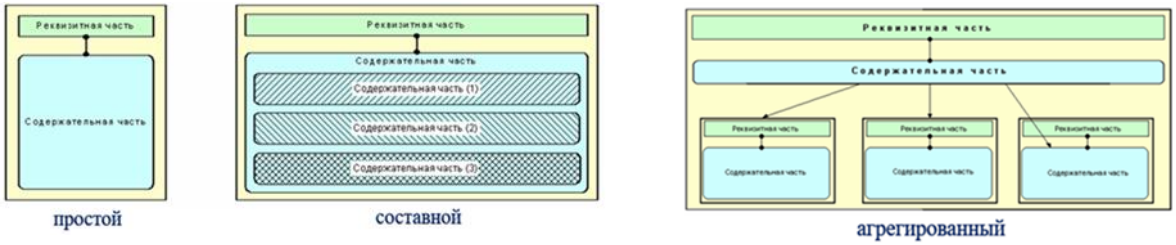


Рис. 1. Примеры организации данных в электронных конструкторских документах

При использовании автоматизированных систем проектирования основной информацией об изделии становится электронная структура изделия (ЭСИ) (ГОСТ 2.053 [3]).

Электронная структура изделия – это конструкторский документ, обобщающий технические данные об изделии, выполняемый только в электронной форме и предназначенный для использования информационного взаимодействия между автоматизированными системами в компьютерной среде [4].

Электронную структуру изделия используют для информации о составе изделия и иерархии его составных частей, для представления вариантов состава и структуры изделия, для информации о правилах применяемости и заменяемости составных частей, а также для получения текстовых документов в электронной или бумажной формах.

Состав и способы представления технических данных в электронной структуре изделия определяются ее назначением, стадией жизненного цикла изделия и моделью данных.

Электронная структура изделия формируется автоматизированным способом на основе информации, хранящейся в общей базе данных об изделии.

Иерархия составных частей в электронной структуре изделия определяется разработчиком в зависимости от конструкции изделия, технологии производства и условий эксплуатации и формируется на основе описания отношений между ними: оригинальными составными частями; заимствованными составными частями; заимствованными составными частями с доработкой; прочими составными частями.

Состав сборочной единицы, комплекса или комплекта, связи его составных частей и другие данные определяет содержательная часть электронной структуры изделия, которая выполняется в виде набора этих данных, представляющих совокупность информационных объектов. Для единообразного представления электронной структуры изделия в компьютерной среде используют модели данных этих объектов, регламентированные ИСО 10303[5], [6].

Содержательная часть выполняется:

– в форме обменного файла согласно ИСО 10303-21–2002 [5];

– в форме базы данных с организацией доступа согласно ИСО 10303-22–2002 [6].

Обе формы выполнения представляют конечное описание в форме файла, обеспечивая, при необходимости, взаимное преобразование информации с помощью программных средств.

Содержательная часть может состоять из одного или более файлов, в зависимости от назначения электронной структуры изделия и сложности изделия.

Систему визуализации содержательной части электронной структуры изделия представляют в соответствии с ГОСТ 2.053–2013, приложение Б [3]:

– в форме, отображающей структуру изделия в виде графа, где вершины соответствуют составным частям изделия, а ребра определяют связи между составными частями (рис. 2);

– в форме многоуровнего списка, в котором верхний уровень образует составные части, входящие в состав изделия непосредственно (прямого вхождения), второй уровень – составные части, входящие в состав второго уровня вплоть до уровня, на котором составные части становятся далее неделимыми (рис.3).

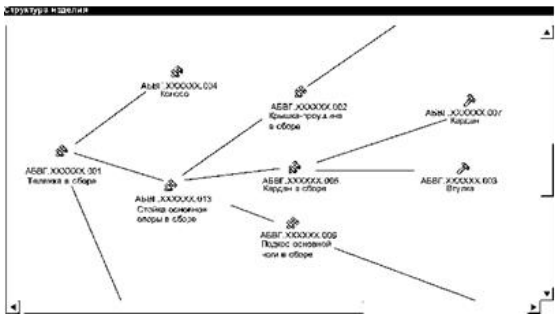


Рис. 2. Визуализация структуры изделия в виде графа

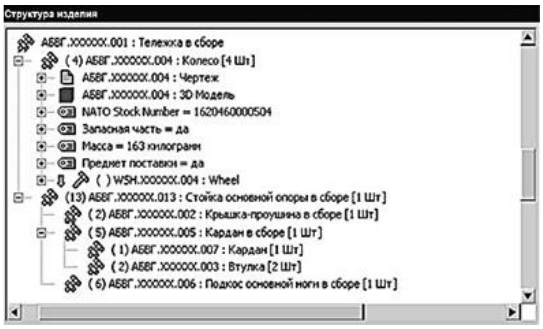


Рис. 3. Визуализация структуры изделия в виде многоуровневого списка

Реквизитную часть электронной структуры изделия оформляют по ГОСТ 2.104 [2].

Для внесения изменений в конструкцию изделия, его составные части и свойства создаются новые версии информационных объектов и заменяются предыдущие версии на новые; добавляются в электронную структуру изделия новые информационные объекты и правила применяемости, ограничивающие действие существующих и новых информационных объектов.

В соответствии с ГОСТ 2.503–90 оформляется новая версия электронной структуры изделия и ввод ее в обращение [7].

Выделяется несколько видов электронной структуры изделия в зависимости от содержащихся в ней данных: функциональная, конструктивная, производственно-технологическая, физическая, эксплуатационная, совмещенная.

Функциональная – определяет назначение изделия и его составных частей и предъявляемые к ним функциональные требования, разрабатывается на стадии технического предложения.

Конструктивная – отображает конкретные технические решения на изделие, разрабатывается на стадиях эскизного и технического проектов и рабочей конструкторской документации.

Производственно-технологическая – отображает особенности технологии изготовления и сборки изделия, формируется на основе конструктивной ЭСИ и содержит технологические составные части, разрабатывается на этапах технологической подготовки производства и в процессе производства.

Физическая – содержит информацию о конкретном экземпляре изделия. Выполняется на стадии производства изделия и дополняет конструктивную ЭСИ в части составных частей изделия, например заводской номер, серийный номер и др.

Эксплуатационная – содержит данные о составных частях изделия, подлежащих обслуживанию или замене в ходе использования изделия, выполняется на стадии эскизного и технического проектов и рабочей конструкторской документации.

Совмещенная – отображает комплексную информацию об изделии и содержит отдельные разновидности ЭСИ, содержит составные части изделия в различных аспектах, требующих разной информации.

На разных стадиях жизненного цикла совмещенную электронную структуру изделия выполняют с использованием контекстов, контекст обозначают согласно составу информации. В реквизитной части указывают символьный код разновидности ЭСИ.

Перечисленные виды электронной структуры изделия взаимосвязаны между собой. Один вид ЭСИ может строиться на основе другого вида.

В наименовании и кодовом обозначении электронной структуры изделия должна отражаться принадлежность одному и тому же изделию. Электронную структуру изделия обозначают по правилам присвоения обозначения для основного конструкторского документа согласно ГОСТ 2.102–68 [4] и ГОСТ 2.201–80 [8].

Электронная структура изделия содержит информацию об изделии на всех этапах его жизненного цикла, автоматически формируя текстовые документы, сопровождающие ЭСИ, с добавлением всех необходимых данных при выборе соответствующей составной части [9].

Накопление информации об изделии происходит на протяжении всего жизненного цикла изделия. Организация и управление этими данными осуществляются с помощью систем «Управления данными об изделиях» – PDM-систем (Product Data Management).

PDM-системы структурируют данные об изделии, представляя эти данные в виде объектов, их атрибутов и связей между ними.

Для организации электронного обмена данными используются PDM-системы, построенные на единой модели данных.

Организация электронного обмена данными конструкторских документов (КД) регламентируется ГОСТ 2.511–2011 [10].

Передачу конструкторских документов выполняют в форме пакета электронных данных (ПДЭ), в котором основным КД является электронная структура изделия.

Организация-отправитель передает пакет электронных данных КД организации-получателю по выделенным каналам связи либо с помощью электронного носителя (ЭН).

При получении пакета электронных данных организация-получатель высылает отправителю уведомление о получении.

Электронная структура изделия является основной информацией об изделии в автоматизированном проектировании, где чертежи формируются в соответствии с электронной моделью изделия [11].

Совершенствование автоматизированного проектирования сложных изделий приводит к прогрессивному методу информационной поддержки создания изделия, цифрового описания, включая компьютерную модель (цифровой макет) и цифровую модель изделия [12]. Эти модели могут отражать характеристики и свойства изделий. Объединяя их в единую систему, можно получить новое понятие – цифровой двойник. Цифровой двойник позволяет системно подойти к разработке, производству и эксплуатации изделий.

В 2021 году был утвержден национальный стандарт РФ – ГОСТ Р 57700.37–2021, в котором дается определение цифрового двойника изделия [13].

Цифровой двойник изделия – это совокупность цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием и его составными частями. Он разрабатывается и применяется на всех стадиях жизненного цикла изделия.

Цифровой двойник отображает все, что происходит с объектом, анализирует текущую ситуацию, прогнозирует ее развитие и может предложить решение для получения нужного результата.

Система цифровых двойников усложняет оборот поддельных изделий. Создавая, двойник изделия, можно определить его подлинность и этим усилить борьбу с контрафактом. Например, используя мониторинг производственных линий, цифровой двойник отслеживает показатели производительности (температура, давление, скорость и др.) и обнаруживает

нарушения, которые определяют возможные проблемы или дефекты. Двойник может анализировать предполагаемые места кражи и принимать предупреждающие меры.

Цифровые двойники меняют подход к управлению производственными процессами и разработке изделий.

Применение цифровых двойников изделий в промышленности – это развитие достижений в компьютерном моделировании и цифровом инжиниринге.

Список литературы

1. ГОСТ 2.051–2006 Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения.
2. ГОСТ 2.104–2006 Единая система конструкторской документации. Основные надписи.
3. ГОСТ 2.053–2013 Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения.
4. ГОСТ 2.102–68 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.
5. ГОСТ Р ИСО 10303-21–2002 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 21. Методы реализации. Кодирование открытым текстом структуры обмена.
6. ГОСТ Р ИСО 10303-22–2002 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 22. Методы реализации. Стандартный интерфейс доступа к данным.
7. ГОСТ 2.503–90 Единая система конструкторской документации. Правила внесения изменений.
8. ГОСТ 2.201–80 Единая система конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов.
9. ГОСТ 2.113–75 Единая система конструкторской документации. Групповые и базовые конструкторские документы.
10. ГОСТ 2.511–2011 Единая система конструкторской документации. Правила передачи электронных конструкторских документов. Общие положения.
11. ГОСТ 2.052–2015 Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения.
12. ГОСТ Р 57412–2017 Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий. Общие положения.
13. ГОСТ Р 57700.37–2021 Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения.

References

1. GOST 2.051–2006 Unified system for design documentation. Electronic documents. General provisions.
2. GOST 2.104–2006 Unified system for design documentation. Main inscriptions.
3. GOST 2.053–2013 Unified system for design documentation. Electronic product structure. General provisions.
4. GOST 2.102–68 Unified system for design documentation. Types and completeness of design documents.
5. GOST R ISO 10303-21–2002 Industrial automation systems and their integration. Representation and exchange of product data. Part 21. Implementation methods. Plaintext coding of the exchange structure.
6. GOST R ISO 10303-22–2002 Industrial automation systems and their integration. Representation and exchange of product data. Part 22. Implementation Methods. Standard Data Access Interface.
7. GOST 2.503–90 Unified System for Design Documentation. Rules for Amendments.
8. GOST 2.201–80 Unified System for Design Documentation. Designation of Products and Design Documents.
9. GOST 2.113–75 Unified System for Design Documentation. Group and Basic Design Documents.
10. GOST 2.511–2011 Unified System for Design Documentation. Rules for the Transfer of Electronic Design Documents. General Provisions.
11. GOST 2.052–2015 Unified System for Design Documentation. Electronic Model of a Product. General Provisions.
12. GOST R 57412–2017 Computer Models in the Processes of Development, Production, and Operation of Products. General Provisions.
13. GOST R 57700.37–2021 Computer models and modeling. Digital twins of products. General provisions.

Для цитирования
Трофимов В.В., Трофимов С.В. Онтологические аспекты безопасности информационных технологий / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 599–605.

УДК 004.9

ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Трофимов В.В., *аспирант, ФГБУ «Институт стандартизации», Россия, г. Москва,*
Трофимов С.В.*, канд. экон. наук, ФГБУ «Российский институт стандартизации», Россия, г. Москва*

Целью исследования является определение потенциальной связи между нормативно-техническими и методическими документами и существующими подходами к классификации объектов (сущностей, логических единиц, таксономических и онтологических элементов) и структурированию предметной области в сфере безопасности информационных технологий. На основе проведенного анализа описания объектов и их взаимосвязей применительно к сфере информационной безопасности и защиты информации представлены возможные классификации (выделения сущностей и их группировка по классам) в привязке к источникам данных.

Ключевые слова: онтология, графы, таксономия, классификация, информационная безопасность, угрозы, уязвимости, активы, база данных и знаний.

ONTOLOGICAL ASPECTS OF INFORMATION TECHNOLOGY SECURITY

Trofimov V.V., *graduate student, Russian Standardization Institute, Moscow*
Trofimov S.V., *Cand. Sci. (Econ.), Russian Standardization Institute, Moscow*

The purpose of the study is to determine the potential relationship between regulatory, technical and methodological documents and existing approaches to the classification of objects (entities, logical units, taxonomic and ontological elements) and the structuring of the subject area in the field of information technology security. based on the analysis of the description of objects and their interrelationships in relation to the field of information security and information protection, possible classifications (separation of entities and their grouping by classes) are presented in relation to data sources.

Keywords: ontology, graphs, taxonomy, classification, information security, threats, vulnerabilities, assets, database and knowledge.

Вопросы онтологического описания объектов и их взаимосвязей являются важным инструментом для структурирования знаний в различных предметных областях, включая вопросы безопасности использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Онтологии позволяют формализовать понятия, их свойства и отношения, что способствует более эффективному анализу, моделированию и управлению сложными системами. В контексте информационной безопасности (ИБ) онтологии используются для описания угроз, уязвимостей, активов, контрмер и их взаимосвязей, что помогает в проектировании и создании комплексных систем защиты информации, в анализе рисков и в поддержке принятия решений по обеспечению ИБ.

Онтологический аспект любого исследования позволяет сформировать структурное представление описания определенной реальности (предметной области) за счет системы

понятий, связанных с помощью логических отношений «общее – единичное». Словарь понятий строится на терминологии нормативно-методических документов и стандартов в области информационных технологий и кибербезопасности. Онтологические модели позволяют на основе информации о взаимосвязях сущностей выявить возможные пути доступа к информационным активам, чтобы на этапах проектирования, например, программных продуктов нейтрализовать возможные уязвимости [1].

Эксперты по кибербезопасности прогнозируют увеличение числа кибератак на российскую инфраструктуру, что делает задачу обнаружения сетевых вторжений серьезной исследовательской задачей [2].

Безопасность ИКТ строится на основе обеспечения конфиденциальности и безопасности данных, реализуя возможности программного и аппаратного обеспечения, стратегии управления данными [3].

Возрастающая потребность в обработке неструктурированной текстовой информации, в повышении качества и эффективности методов обработки текстовых документов, в разработке систем поиска информации, в организации рубрикации и кластеризации документов, автоматического аннотирования документов во многом может быть разрешена благодаря структурной организации баз данных и знаний (БДЗ) на основе онтологического подхода [4].

В целом безопасность связана с вопросом защиты активов организации от угроз. При этом угрозы рассматриваются как потенциальные возможности для неправомерного использования активов. Защита и поддержание целостности активов организации особенно важны для знаний, уникальных и критически важных навыков и ресурсов, которыми владеет организация [5]. В условиях роста информационной сложности и междисциплинарных исследований взаимопонимание и использование точно определенной терминологии становится все более проблематичным для профессионалов из разных предметных областей (ПрО), что затрудняет общение между коллегами. По мере того как процесс принятия решений становится центральным и стратегическим преимуществом, успех организации все больше зависит от ее способности производить, собирать, хранить, управлять и распространять знания. В этом процессе роль «первой скрипки» принадлежит онтологии знаний, и в частности онтологии безопасности информационных технологий (БИТ).

Онтология определяет общий словарь для исследователей, которым необходимо обмениваться информацией в рамках предметной области. Она включает в себя машинные интерпретирующие определения основных понятий в ПрО и взаимосвязей между ними. Области применения онтологического подхода в условиях роста интеллектуализации в анализе данных постоянно расширяются: это распознавание нештатных ситуаций на основе агентных моделей при диагностике бортового оборудования космической техники [6]; автоматическое реагирование на угрозы с целью минимизации ущерба за счет обработки больших объемов данных на основе алгоритмов искусственного интеллекта [7]; развитие адаптивных механизмов подсистемы информационной безопасности в организационных системах поддержки принятия решений на основе метода вывода по прецедентам в условиях динамики конфликтного взаимодействия, отличающейся возможностью выработки управляющего воздействия для координации механизмов подсистемы информационного обмена [8].

Унифицированные и формализованные модели знаний в области информационной безопасности являются фундаментальными требованиями для поддержки и совершенствования существующих подходов к управлению рисками, основная первопричина которых заключается в неполноте знаний о ПрО [9]. Концептуально- аналитический подход, включающий поиск и анализ существующей литературы по ИБ, является основой для создания формальной модели знаний и соответствующей БДЗ (артефактов), упорядочение которой для систематизации и рационального поиска информации будет обеспечивать предлагаемая онтология безопасности в формате БИТ.

Целью исследования является определение потенциальных связей между нормативно-техническими, методическими и научно-техническими источниками, существующими

подходами к классификации объектов (сущностей, логических единиц, таксономических и онтологических элементов) и структурированию предметной области в сфере информационной безопасности.

В основе онтоло́гии в информатике лежит подход, базирующийся на подробной формализации заданной области знаний с помощью определенной концептуальной схемы. Обычно такая схема состоит из структуры данных, содержащей все релевантные[1] классы объектов, их связи и правила, принятые в этой области [10].

Концептуализация – это абстрактный, упрощенный взгляд на мир, который мы хотим представить для какой-либо цели. Каждая база знаний, система, основанная на знаниях, или агент уровня знаний (управляющая программа или сценарий) придерживаются некоторой концептуализации явно или неявно. Для целей обмена знаниями формальные онтологии служат спецификациями общих взаимодействий между агентами (концептуализаций или многоаспектной переработкой данных) [11].

Онтология является средством, обеспечивающим концептуальный уровень представления знаний, необходимых при разработке как конкретной информационной системы (ИС), так и системы ИБ для нее. В частности, использование онтологии дает возможность сформировать структуру ИС, описать набор компонентов и их взаимосвязей, сформировать список решаемых задач с привязкой к данным и программным компонентам, а также обеспечить гибкий интерфейс с учетом потребностей конкретного пользователя [12].

Основные подходы к понятию «онтология научного исследования» представлены в следующей таблице.

Основные подходы к определению понятия «онтология» предметной области

№	Онтология (О) исследования информационных процессов	Источники
1	О. – формализованное представление набора наименований понятий в предметной области и отношений между этими наименованиями понятий.	ГОСТ Р 59277–2020; п. 3.35[2]
2	О. – формальная эксплицитная спецификация совместно используемой *концептуализации*.	Gruber T.R [10, с. 4]
3	Общая онтология определяет словарь, с помощью которого агенты обмениваются запросами и утверждениями.	Gruber T.R [11]
4	О. – модель предметной области, использующая все доступные средства представления знаний, релевантные для данной области.	Соловьев И.В. [13]
5	О. – совокупность терминов, выражений отношений и связанных с ними определений на естественном языке вместе с одной или несколькими формальными теориями, предназначенными для отражения заданных интерпретаций этих определений.	ГОСТ Р 70846.3–2023, п. 3.26[3]

Обобщая представленные определения, запишем в формальном виде модель онтологии в виде следующего кортежа [4]:

$$O = \langle C,\ E,\ At,\ R,\ A \rangle, \quad (1)$$

где O – онтология; C – понятия (классы) онтологии; E – экземпляры онтологии; At – атрибуты понятий и экземпляров онтологии; R – отношения между понятиями; A – аксиомы онтологии. Термину «онтология» удовлетворяет широкий спектр структур, представляющих знания о той или иной ПрО. В большинстве случаев при рассмотрении онтологий в рамках информационных процессов и ИС и решаемых ими задач в качестве ПрО анализируются различные вычислительные ресурсы, например базы данных и знаний. При этом в отдельных

[1] *Релевантность* – степень соответствия найденного документа (набора документов) информационным потребностям пользователя.

[2] ГОСТ Р 59277–2020 Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусственного интеллекта. (Дата введ. 01.03.2021).

[3] ГОСТ Р 70846.3–2023 Национальная система пространственных данных. Онтология. Общие положения. (Дата введ. 01.03.2024).

типах онтологий некоторые из перечисленных в выражении (1) компонентов могут быть не определены. Так, структура рубрикаторов обычно не включает экземпляры и атрибуты; тогда формальной моделью рубрикаторов является модель вида [4]:

$$O = \langle C, \emptyset, \emptyset, R, A \rangle = \langle C, R, A \rangle. \quad (2)$$

Основными компонентами, составляющими онтологию, являются: понятия (классы), отношения, аксиомы, свойства (атрибуты) и экземпляры. Понятия – это абстрактные термины, обычно организованные в таксономии, которые могут обладать свойствами (или атрибутами), которые помогают установить связь между неиерархическими понятиями, описывающими общие характеристики экземпляров классов или классовые отношения, и могут иметь определенный тип (например, *СТРОКА*, *ЦЕЛОЕ* число, логическое значение и т.д.). Аксиомы – это правила, которые применяются в моделируемой предметной области и ограничивают возможные интерпретации определенных понятий. Онтологии обеспечивают наследование объектно-ориентированным способом, где примеры представляют собой реальное возникновение абстрактных понятий.

Для работы с онтологиями чаще всего используются *языки описания онтологий* – формальный язык, используемый для кодирования онтологии. Существует несколько подобных языков (*список неполон*) [14]:

- Web Ontology Language (OWL) – стандарт W3C (World Wide Web Consortium), язык для семантических утверждений, разработанный как расширение модели данных Resource Description Framework (RDF), которая позволяет объединить разнородную информацию, включая базы данных, системы и базы знаний;
- *Knowledge Interchange Format* (KIF) – универсальный машинно-ориентированный язык для обмена данными в рамках выбранной ПрО. KIF имеет декларативную семантику и логическую всесторонность;
- Common Logic (CL) – логическая структура, стандартизованная для упрощения обмена и передачи знаний в компьютерных системах, – является стандартным языком разработки онтологий[4] ;
- Cycorp Language (CycL) – онтологический язык, синтаксис которого базируется на логике первого порядка Основан на исчислении предикатов с некоторыми расширениями более высокого порядка.

Для работы с языками онтологий существует несколько видов технологий: редакторы онтологий (для создания онтологий), СУБД онтологий (для хранения и обращения к онтологии) и хранилища онтологий (для работы с несколькими онтологиями).

Под моделью безопасности информационных технологий будем понимать системы, определяющие правила доступа к данным и работы с ними для обеспечения информационной безопасности. При этом БИТ относится только к процессам переработки данных (обработке, хранению, поиску, отображению и др.), не касаясь процессов передачи данных, свойственных понятию ИКТ [3].

Точно так же, как концепция ИБ включает в себя БИТ, чтобы защитить саму информацию, независимо от ее текущей формы и/или местоположения, кибербезопасность необходимо рассматривать как расширение информационной безопасности. Кибербезопасность также связана с защитой человека (лиц, организаций), использующих ресурсы в киберпространстве, и с защитой любых других активов, в том числе принадлежащих обществу в целом, которые подверглись риску в результате уязвимостей, связанных с использованием ИКТ. Взаимосвязь между этими тремя пересекающимися понятиями проиллюстрирована на рис. 1 [3]. Объектами защиты для представленных трех областей являются: 1) информационные активы, хранящиеся и передаваемые без использования ИКТ (документы, архивы, объекты в неоцифрованном виде); 2) неинформационные активы,

[4] ГОСТ Р ИСО/МЭК 21838-1–2021. Информационные технологии. Онтологии высшего уровня (TLO). Ч. 1. Требования. (Дата введ. 30.04.2022).

уязвимые угрозам с использованием ИКТ; 3) информационные активы, хранящиеся и передаваемые с использованием ИКТ.

Основные типы моделей безопасности

- Концептуальные модели
  - Представляют собой набор понятий и связей между ними, которые определяют смысловую структуру предметной области.
  - Они помогают понять, какие аспекты ИБ важны, и служат основой для дальнейшего построения систем безопасности.
- Математические модели
  - Формализуют сценарии угроз и мер защиты в виде логических алгоритмов.
  - Используются для количественных оценок уязвимостей, построения алгоритмов защиты и расчета рисков.

Информация – это актив, который наряду с другими важными активами представляет собой огромную ценность для бизнеса организации и, следовательно, должен быть надежно защищен[5].

Причем ИС представляется как набор приложений, услуг, информационно-технических активов или других компонентов для обработки информации[6].

Организации осознают, что информация и связанные с ней процессы, системы, сети и персонал являются важными активами для достижения целей, стоящих перед организацией;

ИТ-актив (IT asset) – это оборудование, программное обеспечение, элемент или сущность, которые могут быть использованы для получения, обработки, хранения и распространения информации, способствовать предоставлению ИТ-продукта/услуги, а также имеют потенциальную или фактическую ценность для организации[7].

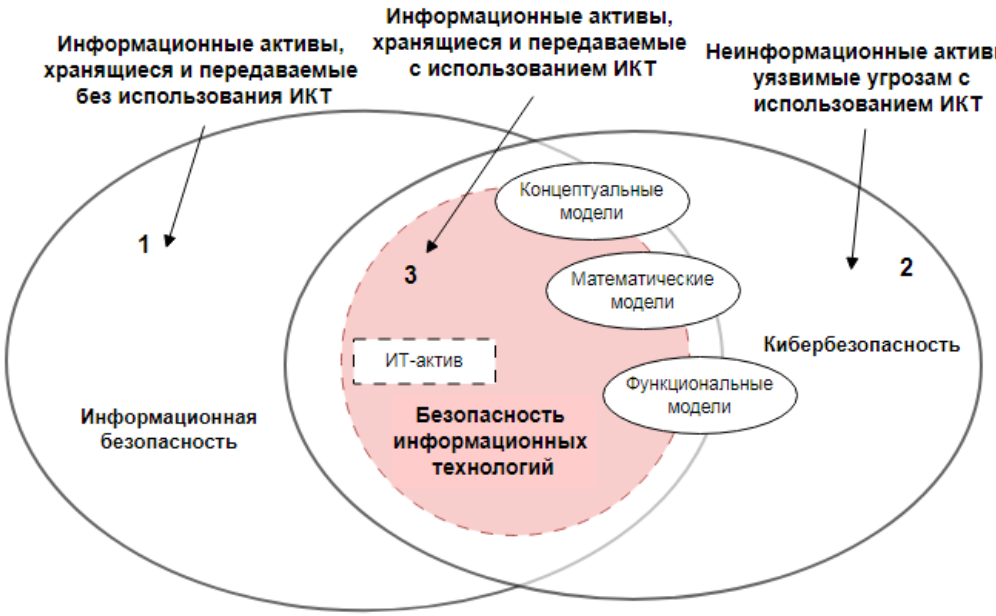


Рис. 1. Взаимоотношения между информационной безопасностью, кибербезопасностью и безопасностью информационных технологий

Эти модели обеспечивают иерархию прав на выполнение конкретных действий:

– дискреционное управление доступом (discretionary access control, DAC) – доступ определяется владельцами ресурсов и требует сложных настроек для контроля;

[5] ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000–2021 Информационные технологии. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Общий обзор и терминология. (Дата введ. 30.11.2021).
[6] Там же, п. 3.35.
[7] ГОСТ Р 72161–2025 Информационные технологии. Управление ИТ-активами. Ч. 1. Системы управления ИТ-активами. Требования. (Дата введ.: 28.07.2025); п.3.10.

– мандатное управление доступом (mandatory access control, MAC) – доступ регулируется системой на основе фиксированных правил, часто с использованием меток секретности;

– ролевое управление доступом (role-based access control, RBAC) – более гибкий и масштабируемый по администрированию механизм на основе ролей, которые присваиваются пользователям.

Для обеспечения БИТ решаются задачи, свойственные указанным на рис. 1 направлениям [3, 9, 12], связанным с переработкой данных:

– накопление и анализ поступающих данных;

– мониторинг данных – их интерпретация в реальном масштабе времени;

– диагностика работы компьютерных систем управления и выявление отклонений от нормального режима работы;

– прогнозирование последствий некоторых событий;

– поддержка принятия решений в виде своевременного предоставления необходимой информации и рекомендаций.

На рис. 2 показан пример построения онтологии безопасности с учетом множества разнообразных факторов, отражающих особенности всех заинтересованных участников, их ресурсов, возможных угроз для организации и построения соответствующих мер защиты от киберопасностей [12].

Рис. 2. Онтология безопасности информационных технологий

Представленная онтология отражает только один из начальных этапов рассмотрения проблемы кибербезопасности, так как не затрагивает такие сферы, как информационная безопасность, безопасность приложений, сетей, информационных систем и другие.

Онтологическое описание объектов и их взаимосвязей в сфере информационной безопасности является мощным инструментом для структурирования знаний, анализа рисков, проведения аудита и разработки систем защиты информации. Различные подходы и методологии, такие как OWL, RDF, Protégé и UML, позволяют создавать гибкие и расширяемые онтологии, которые могут быть использованы для автоматизации процессов анализа и принятия решений в области информационной безопасности.

Вместе с тем отдельным вопросом стоит увязывание вопросов классификаций (угроз, уязвимостей и ряда других составляющих, представленных на рис. 2 на онтологическом уровне со сведениями, содержащимися в нормативно-правовых, нормативно-технических и методических документах, к которым следует отнести объекты регулирования, их атрибуты, требования к ним, при формировании единой онтологической модели ПрО и БИТ.

Список литературы

1. Леонов Н.В. Противодействие уязвимостям программного обеспечения. Часть 1. Онтологическая модель // Вопросы кибербезопасности. 2024. № 2(60). С. 87–92. DOI: 10.21681/2311-3456-2024-2-87-92 /
   Leonov N.V. Protivodejstvie uyazvimostyam programmnogo obespecheniya. Part 1. Ontologicheskaya model'. Voprosy kiberbezopasnosti. 2024;2(60):87–92. DOI: 10.21681/2311-3456-2024-2-87-92 (In Russ.).
2. Лось В.П., Маланьин Д.Д. Методы интеллектуального анализа данных, применяемые в задаче обнаружения вторжений // Информация и безопасность. 2022. Т. 25, № 4. С. 599–608. DOI 10.36622/VSTU.2022.25.4.014 /
   Los V.P., Malanin D.D. Metody intellektual'nogo analiza dannyh, primenyaemye v zadache obnaruzheniya vtorzhenij. Informaciya i bezopasnost'. 2022; 25(4):599–608. DOI: 10.36622/VSTU.2022.25.4.014 (In Russ.).
3. Бурый А.С., Исаенко И.В. Обеспечение проактивной безопасности информационно-коммуникационных технологий // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 5(80). С. 73–78. /
   Buryi A.S., Isaenko I.V. Obespechenie proaktivnoj bezopasnosti informacionno-kommunikacionnyh tekhnologij. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2024;5(80):73–78. (In Russ.).
4. Лукашевич Н.В., Добров Б.В. Проектирование лингвистических онтологий для информационных систем в широких предметных областях // Онтология проектирования. 2015. Т. 5, № 1(15). С. 47–69. /
   Lukashevich N.V., Dobrov B.V. Proektirovanie lingvisticheskih ontologij dlya informacionnyh sistem v shirokih predmetnyh oblastyah. Ontologiya proektirovaniya. 2015;5(1):47–69. (In Russ.).
5. Arbanas K., Čubrilo M. Ontology in information security. Journal of information and organizational sciences. 2015; 39(2):107–36.
6. Юрыгина Ю.С., Скорюпина Е.Г. [и др.]. Подход к разработке системы распознавания и предупреждения нештатных ситуаций транспортного грузового корабля "Прогресс" на основе мультиагентных технологий и онтологий // Информационно-управляющие системы. 2016. № 1(80). С. 50–57. DOI: 10.15217/issn1684-8853.2016.1.50 /
   Yurygina Yu.S., Skoryupina E.G., et al. Podhod k razrabotke sistemy raspoznavaniya i preduprezhdeniya neshtatnyh situacij transportnogo gruzovogo korablya "Progress" na osnove mul'tiagentnyh tekhnologij i ontologij. Informacionno-upravlyayushchie sistemy. 2016;1(80):50–57. DOI: 10.15217/issn1684-8853.2016.1.50 (In Russ.).
7. Мельников С.Ю., Мещеряков Р.В., Пересыпкин В.А. Некоторые аспекты применения технологий искусственного интеллекта в задачах защиты информации (обзор) // Известия ЮФУ. Технические науки. 2024. № 5(241). С. 58–68. DOI: 10.18522/2311-3103-2024-5-58-68 /
   Melnikov S.Yu., Meshcheryakov R.V., Peresypkin V.A. Nekotorye aspekty primeneniya tekhnologij iskusstvennogo intellekta v zadachah zashchity informacii (obzor). Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki. 2024;5(241):58–68. DOI: 10.18522/2311-3103-2024-5-58-68 (In Russ.).
8. Бурый А.С., Усцелемов В.Н. Развитие систем поддержки принятия решений на основе прецедентов в распределенных информационных структурах // Правовая информатика. 2024. № 1. С. 88–95.
   Buryi A.S., Ustselemov V.N. Razvitie sistem podderzhki prinyatiya reshenij na osnove precedentov v raspredelennyh informacionnyh strukturah. Legal Informatics. 2024;1:88–95. (In Russ.).
9. Fenz S., Ekelhart A. Formalizing information security knowledge // In Proceedings of the 4th international Symposium on information, Computer, and Communications Security. 2009. С. 183–194.
10. Gruber T.R. A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge acquisition. 1993;5(2):199–220.
11. Gruber T.R., Olsen G.R. An ontology for engineering mathematics. In Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR’94). Morgan Kaufmann. 1994, pp. 258–269.
12. Ворожцова Т.Н. Онтология как основа для разработки интеллектуальной системы обеспечения кибербезопасности // Онтология проектирования. 2014. № 4(14). С. 69–77. /
    Vorozhtsova T.N. Ontologiya kak osnova dlya razrabotki intellektual'noj sistemy obespecheniya kiberbezopasnosti. Ontologiya proektirovaniya. 2014;4(14): 69–77. (In Russ.).
13. Соловьев И.В. Онтологии предметной области в науках о Земле // Перспективы науки и образования. 2014. № 1(7). С. 74–78. /
    Solovev I.V. Ontologii predmetnoj oblasti v naukah o Zemle. Perspektivy nauki i obrazovaniya. 2014;1(7):74–78. (In Russ.).
14. Бурый А.С. Информационно-поисковые социотехнические системы: термины и определения. – М.: Горячая линия-Телеком, 2018. – 166 с./
    Buryi A.S. Informacionno-poiskovye sociotekhnicheskie sistemy: terminy i opredeleniya. Moscow: Goryachaya liniya-Telekom Publ., 2018, 166 p. (In Russ.).
15. Бойтунова М.Д., Шукенбаева Н.Ш., Шукенбаев А.Б. Исследование принципов построения и разработки онтологии инцидентов информационной безопасности // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. 2022. Т. 12, № 3. С. 4–9. /
    Bojtunova M.D., Shukenbaeva N.Sh., Shukenbaev A.B. Issledovanie principov postroeniya i razrabotki ontologii incidentov informacionnoj bezopasnostiю REDS: Telekommunikacionnye ustrojstva i sistemy. 2022;12(3):4–9. (In Russ.).

Для цитирования

Федотова А.В., Гмызов Е.С. Применение подходов цифровой трансформации для повышения устойчивости и снижения рисков на высокотехнологичных предприятиях / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 606–610.

УДК 658.011

ПРИМЕНЕНИЕ ПОДХОДОВ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ И СНИЖЕНИЯ РИСКОВ НА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Федотова А.В., *канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизации и управления, ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», Россия, г. Иркутск*

Гмызов Е.С., *студент кафедры автоматизации и управления, ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», Россия, г. Иркутск*

Цифровая трансформация – это возможности и перспективы для пользователей, предпринимателей, специалистов, предприятий, государств и цивилизации. Для создания концепции устойчивого развития необходимо стратегически руководить данными (Data Governance), понимать цифровую зрелость процессов и оценивать качество данных (Data Quality) с целью повышения их ценности. В правильной системе цифровые данные должны приносить доход, а не быть источником расходов на хранение, обработку и передачу. Превращение данных из убыточного «пассива» в прибыльный «актив» является одним из ключевых показателей успешности цифровой трансформации организаций и экономики в целом.

Ключевые слова: система управления, устойчивое развитие, высокотехнологичные предприятия, Data Governance, Data Quality, цифровая зрелость.

APPLYING DIGITAL TRANSFORMATION APPROACHES TO INCREASE RESILIENCE AND REDUCE RISKS IN HIGH-TECH ENTERPRISES

Fedotova A.V., *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automation and Control, INRTU, Irkutsk*

Gmyzov E.S.*, student of the Department of Automation and Control, INRTU, Irkutsk*

Digital transformation presents opportunities and prospects for users, entrepreneurs, specialists, enterprises, states, and civilization as a whole. To create a sustainable development framework, it is essential to strategically Data Governance, understand the digital maturity of processes, and assess Data Quality with the aim of enhancing their value. In a properly designed system, digital data should generate revenue rather than merely incur costs related to storage, processing, and transmission. Transforming data from a loss-incurring "liability" into a profit-generating "asset" is one of the key indicators of successful digital transformation for organizations and the economy as a whole.

Keywords: management system, sustainable development, high-tech enterprises, Data Governance, Data Quality, digital maturity.

Современный этап цифровой трансформации характеризуется ростом объемов данных, усложнением бизнес-процессов и переходом к сетецентрическим моделям управления. В таких условиях данные (data) становятся для высокотехнологичных предприятий ключевым активом, влияющим на качество продукции, устойчивость процессов и конкурентоспособность. Однако вместе с цифровыми возможностями усиливаются риски, связанные с несогласованностью, неполнотой и низким качеством данных, что напрямую

отражается на достоверности управленческих решений и показателях эффективности. В этих условиях важнейшее значение приобретает развитие систем управления данными, включающих подходы **Data Governance (руководство данными)** и **Data Quality (качество данных)**, обеспечивающих контроль, ответственность и измеримость качества цифровых данных. Интеграция таких систем в практику высокотехнологичных организаций формирует новую культуру сетецентрического децентрализованного управления (рис. 1), в которой данные превращаются в инструмент устойчивого развития и основу для принятия решений на всех уровнях организации [1].

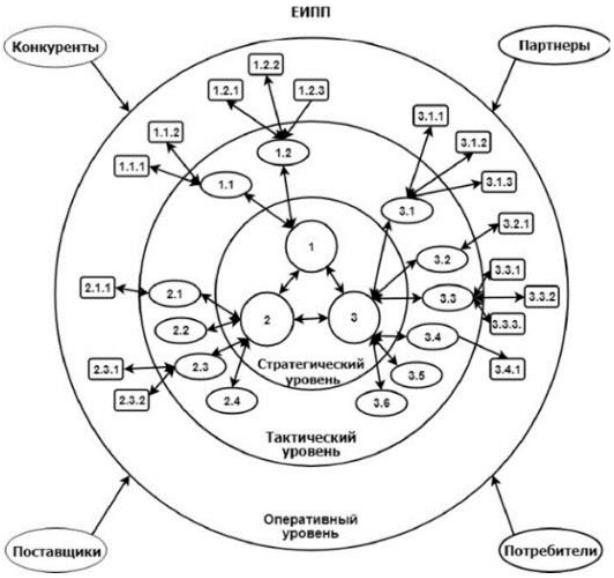


Рис. 1. Модель сетецентрического управления

Несмотря на активное внедрение цифровых технологий и развитие инфраструктуры (IIoT, MES, ERP-систем и др.), многие высокотехнологичные предприятия сталкиваются с фрагментированными данными, отсутствием единых стандартов качества и низкой цифровой зрелостью процессов управления данных. Это проявляется в искажении ключевых показателей эффективности (KPI), росте затрат на обеспечение качества (COQ), потере конкурентных преимуществ [2,6].

Проблемы Data Quality остаются одними из самых серьезных для специалистов по данным, а некачественные данные наносят значительный ущерб. Например, в исследовании «Global Data Management Research Report» демонстрируют преимущества компании, ориентированной на приоритетность качества данных и применение стратегического управления ими. Основные выводы представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты исследования Experian

Аспект исследования	**Подробности / Статистика**
Влияние плохих данных	85% организаций отмечают, что плохие контактные данные негативно влияют на операционные процессы и эффективность
Зрелость данных (Data Maturity)	75% организаций, которые улучшили качество данных за последний год, достигли своих бизнес-целей
Данные помогают отслеживать потребности клиентов	88% говорят, что работа с данными помогает им оставаться в курсе потребностей клиентов и рыночных тенденций

Data Quality Management – это ключевой функциональный аспект практики управления совокупностью свойств данных, определяющих их пригодность для использования в различных бизнес-задачах в любой организации. Качество данных измеряется не абстрактными понятиями, а набором конкретных характеристик (KQI), которые можно и

нужно оценивать количественно и связывать с бизнес-эффектом. В соответствии со сводом знаний DAMA DMBOK, собираемых ассоциацией DAMA International, к ключевым характеристикам качества данных относят: актуальность, консистентность, допустимость значений, полноту, разумность, согласованность, соответствие, уникальность, отсутствие дублей и целостность. Этот список может немного отличаться, но известно одно – качество данных играет важную роль в большинстве других областей управления данными, и это нужно учитывать.

При исследовании, более 80% инициатив по развитию управления данными завершается провалом [3]. В попытках «перепрыгнуть» через уровень с намерением в рамках одного проекта достичь высших уровней зрелости, с высокой вероятностью не будут успешными, приведут к потере инвестиций и дискредитации идеи на продолжительный срок. Модель оценки цифровой зрелости Digital Leadership Ltd, содержащая шкалу зрелости управления данными представлена в табл. 2.

Таблица 2

Модель зрелости управления данными

Уровень 1	**Уровень 2**	**Уровень 3**	**Уровень 4**	**Уровень 5**
Данные разрознены и в основном не оперативны	Данные важны для организации, качественны и используются на отдельных участках	Существует политика управления данными. Данные интегрированы и анализируются	Качественные и интегрированные данные используются во всей организации	Оперативные данные используются во всей организации для принятия решений и обеспечения производительности

Важно понимать уровень зрелости управления данными в организации, чтобы на каждом этапе фокусироваться на развитии конкретных функций и решении специализированных задач. Стратегическое управление данными (Data Governance) не только обеспечивает успешное повышение зрелости процессов для удовлетворения бизнес-потребностей, но и перевод данных в состояние «доходного актива», так как данные имеют ценность согласно ISO 55000, которую можно рассчитать и оценить.

Data Governance определяется как деятельность по осуществлению руководящих и контрольных полномочий с данными на всем их жизненном цикле. Стадии процесса Data Governance, рис. 2.

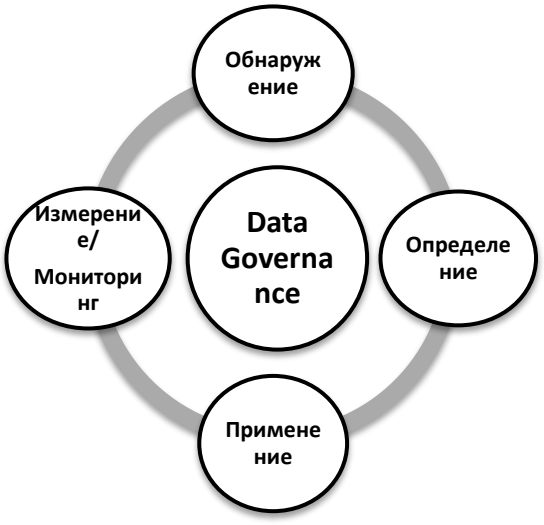


Рис. 2. Стадии процессов Data Governance

В практическом смысле Governance предполагает разработку и применение политик и регламентов, назначение ответственных за данные (data owners, data stewards), ведение каталога метаданных, а также сохранение безопасности, достоверности и контроля доступа к

данным. Внедрение этой системы позволяет бизнесу опираться на достоверные данные для принятия решений и тем самым повышать устойчивость высокотехнологичных предприятий в условиях рисков.

Применение Data Quality Management (DQM) без Data Governance приводит к проблемам. Программа качества часто остается фрагментарной и локальной. Нет согласованных ролей и ответственности за данные. В результате теряются масштабируемость, прозрачность и доверие к данным, и эффект от DQM оказывается ограниченным.

Также стоит отметить, что Data Quality – это всего лишь одна из областей управления данными, что показано на графике международной ассоциации управления данными (DAMA), рис. 3.

Рис. 3. DAMA-DMBOK2 Data Management Framework

В этой визуальной модели Data Governance размещена в центре круга, так как она определяет, что и кто должен делать в работе с данными, тогда как остальные области реализуют, как эти требования выполняются на практике. Внедрение этой системы будет напрямую влиять как на качество данных, так и на другие области управления данными.

Бизнес-ценность данных реализуется при системном сетецентрическом подходе к Data Governance. Компании с развитым управлением данными получают не только регуляторные, операционные и рыночные выгоды, но и значительно снижают риски, связанные с неправильным использованием или утечкой данных. Например, согласно исследованию компании АО «Инфовотч» в 2024 году в России утекло более 1,5 млрд записей персональных данных. По количеству утечек в мире за 2025 год доля России составила 8,5%, данный показатель стал выше, чем в прошлом году, рис 4 [4].

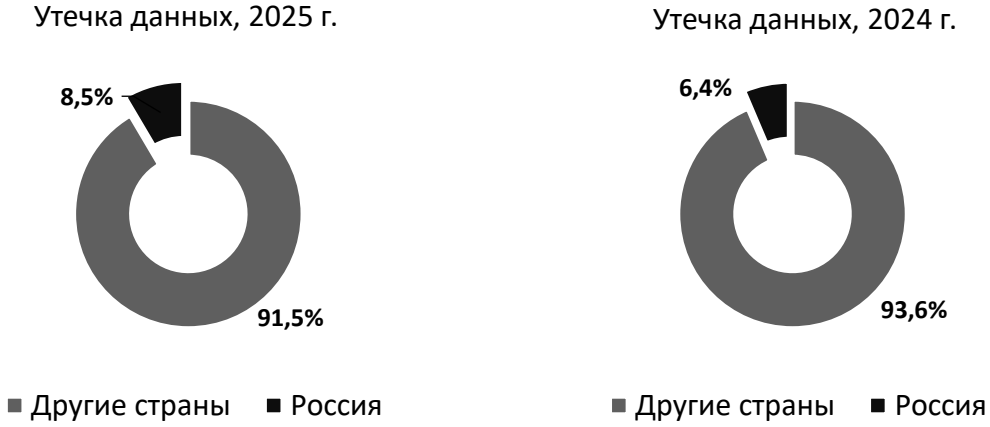


Рис. 4. Доля утечек данных в России от общего количества утечек данных в мире

Для устойчивого развития высокотехнологичных организаций первостепенной задачей является обеспечение безопасности данных и поддержание их качества на должном уровне. Таким образом, системное управление Data Governance становится ключевым стратегическим фундаментом, который позволяет трансформировать данные из простого ресурса в реальный актив, обеспечивающий точность, доступность и защищенность информации [6]. Инвестируя в развитие культуры данных и внедряя эффективные практики управления, компании не только укрепляют свою конкурентоспособность, но и закладывают основу для будущего роста и инноваций.

Список литературы

1. Результативность деятельности промышленных предприятий при применении ESG-критериев и сетецентрической модели / П. А. Лонцих, М. В. Евлоева, А. В. Федотова [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2025. – Т. 27, № 1(123). – С. 49–55.
2. *Цифровое качество: монография* / А.В. Чекмарев, В.Н. Азаров, Ю.В. Куприянов; перераб. и доп. – Издательский дом Н.П. Пастухова, 2024. – С. 435–453.
3. Федотова, А. В. Сетецентрическая система менеджмента: трансформация управления при применении информационных технологий / А. В. Федотова // Качество и жизнь. – 2024. – № 3(43). – С. 33–37.
4. Сетецентрическая модель управления на базе корпоративной информационной системы / А. В. Федотова, П.А. Лонцих, М.В. Евлоева [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2024. – Т. 26, № 4(120). – С. 124–130.
5. *Официальный сайт: DIS Group / Банк ВТБ внедряет системы Data Governance. [Электронные ресурс] URL: https://dis-group.ru/customer-stories/bank-vtb-vnedryaet-sistemy-data-governance-chtoby-uskorit-proczessy-biznes-analiza-i-posleduyushhej-razrabotki-na-ego-osnove/ (дата обращения 09.10.2025)*
6. Интеграция концепции устойчивого развития в систему менеджмента качества промышленных предприятий / П.А. Лонцих, М.В. Евлоева, Е.Ю. Головина [и др.] // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 4. – С. 3–9.
7. DAMA-DMBOK: Свод знаний по управлению данными. – 2 изд. – «ОЛИМП-БИЗНЕС», Москва

References

1. Performance of Industrial Enterprises When Applying ESG Criteria and a Network-Centric Model / P.A. Lontsikh, M.V. Evloeva, A.V. Fedotova [et al.] // Izvestiya of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. – 2025. – Vol. 27, No. 1(123). – Pp. 49–55. – DOI 10.37313/1990-5378-2025-27-1-49-55.
2. Digital Quality: monograph / A.V. Chekmarev, V.N. Azarov, Yu.V. Kupriyanov; revised and enlarged – N.P. Pastukhov Publishing House, 2024. – Pp. 435–453.
3. Fedotova, A. V. Network-Centric Management System: Management Transformation Through the Application of Information Technologies / A.V. Fedotova // Quality and Life. – 2024. – No. 3(43). – Pp. 33–37.
4. Network-Centric Management Model Based on a Corporate Information System / A.V. Fedotova, P.A. Lontsikh, M. V. Evloeva [et al.] // Izvestiya of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. – 2024. – Vol. 26, No. 4(120). – Pp. 124–130.
5. *Official website: DIS Group / VTB Bank implements Data Governance systems. [Electronic resource]URL: https://dis-group.ru/customer-stories/bank-vtb-vnedryaet-sistemy-data-governance-chtoby-uskorit-proczessy-biznes-analiza-i-posleduyushhej-razrabotki-na-ego-osnove/ (дата обращения 09.10.2025)*
6. Integration of the Sustainable Development Concept into the Quality Management System of Industrial Enterprises / P.A. Lontsikh, M.V. Evloeva, E.Yu. Golovina [et al.] // Izvestiya of the Tula State University. Technical Sciences. – 2024. – No. 4. – Pp. 3–9.
7. DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge. – 2nd ed. – "OLIMP-BIZNES", Moscow.

Для цитирования
Аракелян Г.К. Новые инструменты стандартизации в условиях инновационного развития авиационной промышленности / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 611–613.

УДК 006.037

НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аракелян Г.К., *220 ВП МО РФ, Россия, г. Москва*

Динамика научных достижений в современной экономике и потребность внедрения ее результатов в отраслевые направления набирают обороты и требуют мобильности и гибкости нормативного регулирования. Одним из таких инструментов внедрения результатов в систему стандартизации является техническая спецификация (отчет), о чем будет сказано в статье.

Ключевые слова: техническая спецификация, технический отчет, стандартизация, технический комитет.

NEW TOOLS FOR STANDARDIZATION IN THE CONTEXT OF INNOVATIVE DEVELOPMENT IN THE AVIATION INTEGRATION OF DIGITAL TECHNOLOGY INTO AUDIT PRACTICE

Arakelyan G.K., *220 VPO MO RF, Russia, Moscow*

The dynamics of scientific achievements in the modern economy and the need to implement their results in industry sectors are gaining momentum and require mobile and flexible regulatory frameworks. One such tool for implementing results in the standardization system is the "Technical Specification (Report)", which will be discussed in this article.

Keywords: technical specification, technical report, standardization, technical committee.

Федеральным законом от 30 декабря 2020 г. № 523-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации» были введены новшества. Данный закон дополнен новым содержанием: статьей 21.1. в части внедрения и применения нового документа по стандартизации – **технических спецификаций (отчетов).**

Справочно: «Статья 21.1. Технические спецификации (отчеты)

1. Технические спецификации (отчеты) разрабатываются техническими комитетами по стандартизации в целях ускоренного внедрения инноваций.

2. Технические спецификации (отчеты) разрабатываются с учетом документов национальной системы стандартизации.

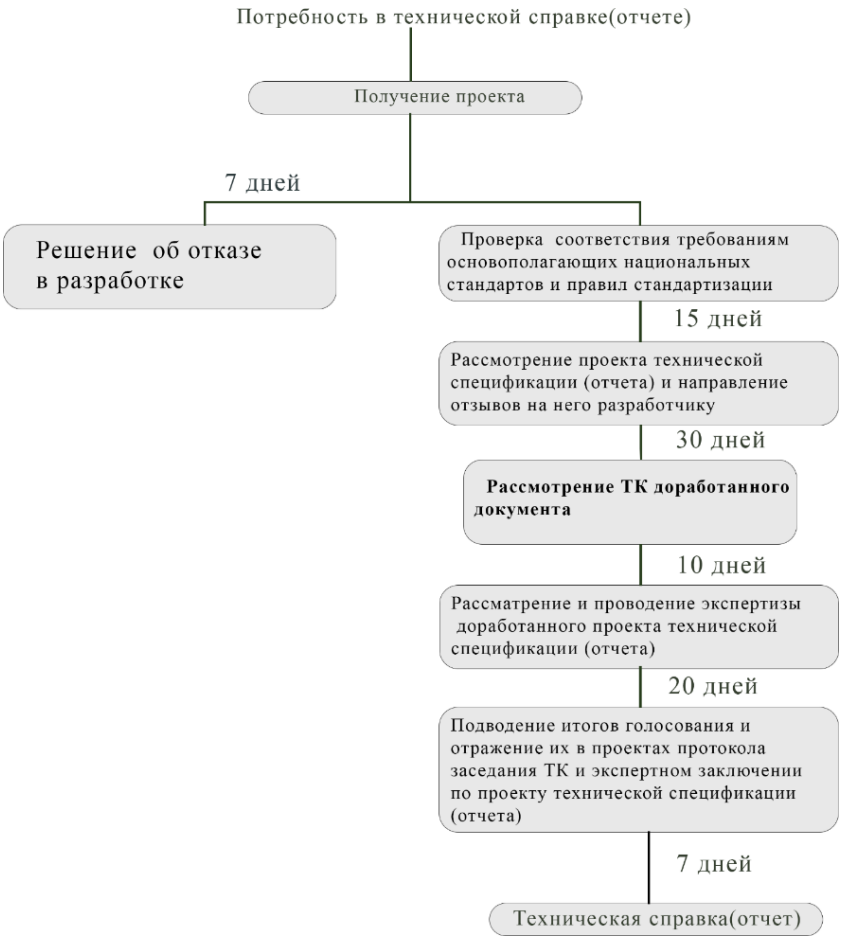
3. Технические спецификации (отчеты) могут быть зарегистрированы в Федеральном информационном фонде стандартов по инициативе технических комитетов по стандартизации, утвердивших данные технические спецификации (отчеты).»

В 2021 г. Росстандартом был утвержден Порядок разработки и утверждения технических спецификаций (отчетов) (приказ от 30 апреля 2021 г. № 652), и началась разработка нового основополагающего национального стандарта, который устанавливает правила их построения, изложения, оформления, применения, отмены. Таким образом, новые категории документов по стандартизации получат правовое и нормативное обеспечение, что позволит использовать их как механизм продвижения инновационной продукции, работ и услуг.

Особенность данного документа по стандартизации заключается в том, что разработка и утверждение технических спецификаций (отчетов) осуществляется техническим комитетом по стандартизации, за которым закреплены объекты стандартизации и области деятельности, соответствующие разрабатываемым и утверждаемым техническим спецификациям (отчетам).

Порядок разработки технических спецификаций (отчетов) предусматривает широкий круг инициаторов. Так предложение о разработке технической спецификации (отчета) в свободной форме могут направить в технический комитет по стандартизации заинтересованные юридические лица (в том числе научные организации в сфере стандартизации, общественные организации и объединения), зарегистрированные в соответствии с законодательством Российской Федерации на ее территории, а также государственные органы, органы местного самоуправления и государственные корпорации на адрес электронной почты, на бумажном носителе почтовым отправлением или непосредственно в адрес организации, выполняющей функции по ведению дел секретариата технического комитета по стандартизации.

Особенностью аргументированности потребности в технических спецификациях (отчетах) выступают положения Порядка, регламентирующие, что при разработке технической спецификации (отчета) в качестве основы могут использоваться документы международных и региональных организаций по стандартизации аналогичного статуса, стандарты организаций и технические условия, которые содержат новые и (или) прогрессивные требования к объектам стандартизации и способствуют повышению конкурентоспособности инновационной продукции, результаты научных исследований (испытаний) и измерений, приобретенный практический опыт применения инновационных продукции, процессов и технологий.



Порядок рассмотрения технических спецификаций (отчетов)

Рассмотрение членами технического комитета по стандартизации проекта технической спецификации (отчета) и направление отзывов на него разработчику

Члены технического комитета по стандартизации рассматривают и проводят экспертизу доработанного проекта технической спецификации (отчета) с пояснительной запиской к нему и сводкой отзывов и голосуют по нему на очном или заочном заседании технического комитета по стандартизации.

Секретариат технического комитета по стандартизации подводит итоги голосования и отражает их в проектах протокола заседания технического комитета по стандартизации и экспертного заключения по проекту технической спецификации (отчета) для утверждения председателем технического комитета по стандартизации.

Срок действия технической спецификации (отчета) устанавливается в протоколе заседания технического комитета по стандартизации и не должен превышать трех лет с момента утверждения технической спецификации (отчета).

Данный регламент позволяет более оперативно внедрять инновационные продукты и технологии, апробировать в конкретных условиях, выявлять аспекты, требующие доработки и дополнительных исследований.

Данные требования повышают роль технических комитетов в области регулирования процессов отраслевого развития, и, как следствие, их состав должен обладать соответствующими компетенциями.

Список литературы

1. Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации» от 30.12.2020 № 523-ФЗ.
2. Приказ Росстандарта от 30.04.2021 № 652 «Об определении Порядка разработки и утверждения технических спецификаций (отчетов)».
3. О роли стандартов организаций, технических условий, спецификаций при описании объекта закупки по Законам № 44-ФЗ и № 223-ФЗ https://www.gostinfo.ru/InformationOfStandardization/Details/2937
4. Белобрагин В. Технические спецификации (отчеты) – два понятия в одном или порознь? https://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=207247
5. Зубков И. «РГ» публикует закон о новых видах документов по стандартизации» https://rg.ru/2021/01/11/rg-publikuet-zakon-o-novyh-vidah-dokumentov-po-standartizacii.html
6. Технические спецификации и технические отчеты. Правила построения, изложения, оформления, разработки, применения и отмены.https:
7. www.russia-led-ssl.ru/wp-content/uploads/2021/10/Проект-ГОСТ-Р_1.0.012-1.041.21..pdf1.

References

1. Federal Law "On Amendments to the Federal Law "On Standardization in the Russian Federation" dated 30.12.2020 N 523-FZ .
2. Order of Rosstandart dated 30.04.2021 N 652 "On Determining the Procedure for Developing and Approving Technical Specifications (Reports)"
3. On the role of organization standards, technical specifications, and requirements when describing the object of procurement under Laws No. 44-FZ and No. 223-FZ. Available at: https://www.gostinfo.ru/InformationOfStandardization/Details/2937
4. Belobragin V. Technical Specifications (Reports) — Two Concepts in One or Separately?, Available at: https://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=207247
5. Zubkov I. RG publishes the law on new types of standardization documents, Available at: https://rg.ru/2021/01/11/rg-publikuet-zakon-o-novyh-vidah-dokumentov-po-standartizacii.html
6. Technical specifications and technical reports. Rules for construction, presentation, design, development, application, and cancellation, Available at: www.russia-led-ssl.ru/wp-content/uploads/2021/10/Проект-ГОСТ-Р_1.0.012-1.041.21..pdf

Для цитирования
Арзамасцев А.А., Савич Е.К. Методика предиктивной диагностики технического состояния узлов и агрегатов грузового автомобильного транспорта / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 614–619.

УДК 656.135

МЕТОДИКА ПРЕДИКТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Арзамасцев А.А., *аспирант, Самарский университет им. С.П. Королева, Россия, г. Самара*
Савич Е.К., *канд. техн. наук, доцент, Самарский университет им. С.П. Королева, Россия, г. Самара*

В статье представлена методика предиктивной диагностики технического состояния узлов и агрегатов грузового автомобильного транспорта, разработанная с целью повышения надежности, безопасности и эффективности эксплуатации автопарка. Основой методики является анализ отказов, позволяющий выявлять причинно-следственные связи между конструктивными особенностями элементов грузового автотранспорта и процессами ухудшения их технологического состояния.

Ключевые слова: предиктивная диагностика, техническое состояние, структурно-функциональная модель, анализ потенциальных несоответствий, прогнозирование отказов, грузовой автомобильный транспорт.

METHODOLOGY FOR PREDICTIVE DIAGNOSTICS OF THE TECHNICAL CONDITION OF COMPONENTS AND ASSEMBLIES OF CARGO VEHICLES

Arzamastsev A.A., *graduate student, Samara National Research University named after S.P. Korolev, Russia, Samara*
Savich E.K., *candidate of technical sciences, docent, Samara National Research University named after S.P. Korolev, Russia, Samara*

The article presents a predictive diagnostics technique for the technical condition of the components and assemblies of cargo vehicles, developed to improve the reliability, safety, and efficiency of fleet operation. The technique is based on failure analysis, which allows for identifying the cause-and-effect relationships between the design features of cargo vehicles and the processes of deterioration in their technological condition.

Keywords: predictive diagnostics, technical condition, structural and functional model, analysis of potential inconsistencies, failure prediction, and cargo vehicles.

Современное развитие автотранспортной отрасли характеризуется ростом требований к надежности, безопасности и экономической эффективности эксплуатации грузового автомобильного транспорта [1]. Повышение интенсивности перевозок, ужесточение экологических норм, а также усложнение конструкции автомобилей требуют перехода от традиционных регламентных форм технического обслуживания к интеллектуальным методам управления техническим состоянием. В этих условиях актуальным направлением становится внедрение технологий предиктивной диагностики, основанных на принципах анализа больших данных, цифрового мониторинга и прогнозирования остаточного ресурса узлов и агрегатов.

Несмотря на широкое развитие систем технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта, существующие подходы к диагностике технического состояния узлов и агрегатов по-прежнему основаны преимущественно на регламентных или реактивных

принципах. Контроль состояния выполняется по фиксированным интервалам времени или пробега, без учета фактических условий эксплуатации и особенностей работы конкретного транспортного средства. Такой подход не позволяет своевременно выявлять скрытые дефекты и тенденции деградации элементов, что приводит к внезапным отказам, увеличению простоев и росту эксплуатационных затрат. Применение предиктивной диагностики обеспечивает переход от реактивных действий, направленных на устранение последствий отказов, к проактивному управлению состоянием грузового автотранспорта на основе прогнозных моделей [2–4].

Предиктивная диагностика рассматривается как комплекс организационно-технических и аналитических мероприятий, направленных на непрерывное наблюдение за состоянием узлов и агрегатов с последующим прогнозированием момента наступления отказа. Для реализации данного подхода используется совокупность сенсорных систем, телематических технологий и интеллектуальных алгоритмов обработки данных, обеспечивающих формирование цифрового профиля надежности транспортного средства [5–7].

Несмотря на это, одной из ключевых проблем современной системы обслуживания является отсутствие эффективных инструментов раннего прогнозирования отказов. Диагностические процедуры, применяемые на практике, в большинстве случаев носят констатирующий характер и позволяют фиксировать лишь уже произошедшие нарушения, тогда как процесс формирования дефектов начинается значительно раньше. При этом эксплуатационные данные, получаемые от встроенных датчиков и телематических систем, часто используются фрагментарно и не интегрируются в единую аналитическую модель.

Сложность проблемы усугубляется многофакторностью процессов износа, влиянием внешних и внутренних воздействий (нагрузка, климатические условия, режимы работы, человеческий фактор), а также отсутствием стандартизированных методик классификации потенциальных отказов и оценки критичности несоответствий. Недостаточная системность в подходах к анализу отказов ограничивает возможности прогнозирования остаточного ресурса и управления техническим состоянием транспортных средств.

В этих условиях возникает необходимость разработки научно обоснованной методики предиктивной диагностики, основанной на структурно-функциональном анализе узлов и агрегатов, идентификации закономерностей возникновения отказов и применении цифровых технологий мониторинга. Решение данной проблемы позволит перейти от традиционных форм обслуживания к интеллектуальным системам управления состоянием подвижного состава, обеспечивающим повышение надежности, безопасности и экономической эффективности эксплуатации грузового автомобильного транспорта.

Предлагаемая методика ориентирована на интеграцию инструментов структурно-функционального анализа, методов FMEA-анализа и математического моделирования процессов. Методика обеспечивает последовательную трансформацию исходных данных об узлах и агрегатах транспортного средства и условиях их эксплуатации в прогнозные оценки вероятности отказов, на основе которых формируются рекомендации по оптимизации сроков и объема технического обслуживания. При этом особое внимание уделяется системной идентификации объектов контроля, выбору диагностически значимых параметров, а также рассматривается возможность применения интеллектуальных методов обработки информации, позволяющих выявлять скрытые закономерности изменения состояния оборудования.

Таким образом, разработка методики предиктивной диагностики не ограничивается описанием отдельных процедур контроля и анализа, а представляет собой целостную систему, включающую этапы сбора и обработки данных, определение объектов мониторинга на основе FMEA-анализа, построение математических моделей и формирование прогнозных решений, обеспечивая основу для перехода к проактивной системе управления техническим состоянием грузового автомобильного транспорта.

Методика предиктивной диагностики технического состояния грузового автомобильного транспорта, включающая последовательность взаимосвязанных этапов,

обеспечивающих комплексный анализ и прогнозирование ресурса основных узлов и агрегатов, представлена на рисунке.

Основным этапом разработанной методики предиктивной диагностики является определение объектов сбора данных, формирующих информационную основу для последующего анализа технического состояния транспортного средства. На данном этапе закладываются ключевые принципы идентификации диагностических объектов и параметров мониторинга, обеспечивающих достоверную оценку динамики изменения технического состояния. В его основе лежит системный анализ потенциальных несоответствий с применением метода FMEA (Failure Modes and Effects Analysis), направленного на выявление возможных отказов, определение их причин, последствий и вероятности возникновения в контексте общей работоспособности транспортного средства и эффективности процессов технического обслуживания.

Методика предиктивной диагностики технического состояния грузового автомобильного транспорта

Использование метода FMEA позволяет перейти от интуитивной оценки к формализованной процедуре анализа рисков, обеспечивающей количественное и качественное обоснование приоритетных направлений диагностического контроля. В отличие

от традиционных подходов, ориентированных на реактивное устранение последствий отказов, применение FMEA позволяет на ранних стадиях проектирования и эксплуатации прогнозировать потенциальные несоответствия и разрабатывать профилактические меры, направленные на предотвращение их возникновения.

В рамках DFMEA-анализа (Design Failure Modes and Effects Analysis) проводится углубленное исследование конструктивных особенностей и функциональных зависимостей основных узлов и агрегатов грузового автомобильного транспорта. Для каждого элемента выявляются возможные режимы отказа, причины их возникновения (конструктивные, технологические, эксплуатационные), а также последствия, оказывающие влияние на общую работоспособность системы. На основе полученных данных формируется перечень критических элементов конструкции, наиболее подверженных процессам ухудшения технического состояния в условиях реальной эксплуатации. Одновременно выделяются диагностические параметры, характеризующие развитие дефектов (вибрационные, температурные, акустические и электрические сигналы), отражающие текущее состояние узлов и агрегатов.

Параллельно с DFMEA-анализом осуществляется PFMEA-анализ (Process Failure Modes and Effects Analysis), направленный на оценку рисков, возникающих при выполнении операций технического обслуживания и ремонта. В рамках данного анализа изучаются возможные ошибки персонала, нарушения технологической дисциплины, недостатки инструментального оснащения и организационные факторы, которые могут привести к ухудшению качества обслуживания и, как следствие, к увеличению вероятности последующих отказов. PFMEA позволяет определить ключевые уязвимости сервисных процессов, оценить их влияние на надежность функционирования транспортных средств и сформулировать рекомендации по совершенствованию регламентов обслуживания.

Результаты DFMEA- и PFMEA-анализов интегрируются в матрицу связей отказов, представляющую собой инструмент систематизации и визуализации взаимосвязей между конструктивными дефектами и ошибками технологических процессов. Такая матрица отражает корреляционные зависимости между внутренними характеристиками узлов и внешними условиями эксплуатации, определяя, каким образом конструктивные недостатки могут усиливаться неблагоприятными факторами обслуживания или эксплуатации. Анализ полученной матрицы позволяет установить причинно-следственные цепочки возникновения отказов, выявить наиболее опасные комбинации факторов и определить направления для углубленного мониторинга.

На основании обработки данных матрицы связей формируется приоритетный перечень объектов предиктивного наблюдения, включающий узлы и агрегаты, обладающие наибольшей вероятностью возникновения критических несоответствий.

Для каждого из них устанавливаются контролируемые параметры, чувствительные к изменению технического состояния, что обеспечивает возможность раннего выявления отклонений и предупреждения развития дефектов до стадии отказа.

Таким образом, этап определения объектов сбора данных, основанный на интеграции DFMEA- и PFMEA-анализов с построением матрицы связей отказов, обеспечивает комплексный и системный выбор объектов диагностики, учитывающий как конструктивные, так и процессные источники риска. Результатом данного этапа является создание научно обоснованной методической основы для формирования надежной информационной базы предиктивной диагностики, позволяющей не только идентифицировать потенциальные зоны отказов, но и минимизировать вероятность их пропуска.

Этап сбора и обработки данных в методике предиктивной диагностики технического обслуживания грузового автомобильного транспорта представляет собой ключевое звено, обеспечивающее достоверность последующих аналитических и прогнозных процедур. На данном этапе осуществляется комплексное формирование исходной информационной базы, включающей данные о параметрах работы узлов и агрегатов, результаты эксплуатационных наблюдений, сведения о проведенных ремонтах и регламентных операциях. Для повышения

качества информации применяются как традиционные методы измерения (визуальный контроль, инструментальные замеры, регистрация эксплуатационных параметров), так и современные цифровые технологии, позволяющие автоматически фиксировать показатели вибрации, температуры, давления, расхода топлива, пробега и других диагностически значимых величин.

В результате обработки формируется аналитическая выборка, которая служит основой для построения диагностических моделей и прогнозирования вероятности возникновения отказов. Таким образом, данный этап не только обеспечивает полноту и целостность информационного обеспечения предиктивной диагностики, но и создает условия для применения интеллектуальных методов анализа, способных выявить скрытые причинно-следственные связи и обеспечить высокий уровень достоверности прогнозов.

Этап математического моделирования в методике предиктивной диагностики технического обслуживания грузового автомобильного транспорта направлен на формализацию и количественное описание процессов изменения технического состояния узлов и агрегатов. На основе предварительно собранных и обработанных данных разрабатываются модели, позволяющие выявить закономерности деградации элементов и установить зависимость между эксплуатационными нагрузками, режимами работы и вероятностью возникновения отказов. При этом используются как классические методы математической статистики и регрессионного анализа, так и современные инструменты интеллектуальной аналитики – нейросетевые алгоритмы, методы машинного обучения и имитационное моделирование. Результатом данного этапа является расчет вероятного времени до отказа конкретного узла или агрегата.

Таким образом, этап математического моделирования служит ключевым инструментом трансформации исходных данных в практические рекомендации по управлению техническим состоянием транспортных средств, обеспечивая возможность перехода от реактивного подхода к проактивному управлению надежностью.

На основании полученных данных автоматически разрабатываются рекомендации по техническому обслуживанию: проведение ремонта или замены деталей, корректировка графика профилактических работ, ограничение эксплуатационных нагрузок. Диагностическая информация интегрируется в общую систему управления парком транспортных средств, что позволяет рационально распределять ресурсы и планировать загрузку техники.

На заключительном этапе осуществляется сопоставление прогнозируемых данных с фактическими результатами эксплуатации. Обеспечивается обратная связь и адаптация методики. При выявлении расхождений модели и алгоритмы уточняются, формируется база знаний, которая постепенно повышает точность предиктивного анализа. Таким образом, методика развивается как самонастраивающаяся система, интегрирующая накопленный опыт эксплуатации в новые диагностические решения.

Проведенное исследование позволило разработать методику предиктивной диагностики технического состояния узлов и агрегатов грузового автомобильного транспорта, в основе которой лежит системный анализ отказов как ключевой элемент оценки и прогнозирования надежности транспортных средств. Такой подход обеспечивает комплексное понимание механизмов возникновения и развития неисправностей, что является фундаментом для построения эффективной системы мониторинга и предупреждения отказов.

Анализ отказов рассматривается в рамках предложенной методики не только как инструмент фиксации последствий неисправностей, но и как динамический процесс выявления причинно-следственных связей между эксплуатационными условиями, структурными особенностями узлов и режимами работы агрегатов. На этой основе формируется структурно-функциональная модель, отражающая взаимодействие элементов автомобиля и их влияние на общую работоспособность системы.

Применение анализа отказов позволило выделить наиболее уязвимые узлы и агрегаты, определить типовые виды несоответствий, оценить критичность их проявления и частоту возникновения. Полученные данные легли в основу классификации потенциальных отказов, а

также разработки мероприятий по их предупреждению. В рамках методики сформированы диагностические признаки, индикаторы деградации и параметры мониторинга, обеспечивающие раннее выявление отклонений в работе элементов до наступления предельных состояний.

Включение анализа отказов в предиктивную диагностику позволило не только повысить достоверность прогнозов остаточного ресурса, но и выстроить проактивную модель технического обслуживания, ориентированную на предупреждение, а не устранение последствий неисправностей. Это обеспечивает сокращение простоев, снижение эксплуатационных затрат и повышение коэффициента технической готовности автопарка.

Таким образом, разработанная методика, опирающаяся на анализ отказов, формирует научно обоснованную основу для перехода к интеллектуальной системе управления техническим состоянием транспортных средств. Она позволяет интегрировать процессы диагностики, прогнозирования и управления рисками в единую цифровую систему, соответствующую современным требованиям устойчивой, безопасной и эффективной эксплуатации грузового автомобильного транспорта.

Предложенная методика может быть использована транспортными предприятиями для оптимизации процессов технического обслуживания, снижения аварийности и повышения эффективности использования парка грузовых автомобилей.

Список литературы

1. Кушнарева И.В. Исследование методов повышения эффективности управления работой автотранспортного предприятия // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 7(84). – С. 649–653.
2. Журилин А.Н. Повышение эффективности ежедневного обслуживания автомобилей / А.Н. Журилин, М.Н. Абрамов // Наука без границ. – 2017. – № 5(10). – С. 151–153.
3. Посметьев В.И., Акименко Д.В., Макаренко А.В. Состояние и пути повышения эффективности эксплуатации автомобильного транспорта // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте: межвузовский сборник научных трудов. – Воронеж: Воронежская государственная лесотехническая академия, 2010. – С. 301–306.
4. Матвиенко И.В. Исследования надежности автомобилей в процессе их технической эксплуатации / И.В. Матвиенко, В.С. Ивашко // Новости науки и технологий. – 2020. – № 2(53). – С. 30–37.
5. Курашев И.В. Интеллектуальные методы диагностики ДВС: виброакустика и предиктивные модели // Наука и образование: отечественный и зарубежный опыт: 78-я международная научно-практическая конференция: сборник статей. – Белгород: ООО «ГиК», 2025. – С. 35–41.
6. Ильин К.А. Применение искусственного интеллекта для диагностики и прогнозирования отказов в электрических машинах / К.А. Ильин, А.Е. Сидоров // Тинчуринские чтения. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2025. – С. 559–561.
7. Применение интеллектуальных систем при диагностировании автомобиля / Н.С. Тимирев, Д.А. Попов, В.В. Козлов, Е.М. Пилипенко // Воронежский научно-технический Вестник. – 2019. – Т. 1, № 1(27). – С. 33–39.

References

1. Kushnareva I.V. Research on Methods of Improving the Efficiency of Transport Company Management // Economics and entrepreneurship. – 2017. – № 7(84). – Pp. 649–653.
2. Zhurilin A.N. Improving the efficiency of daily car maintenance / A.N. Zhurilin, M.N. Abramov // Science without borders. – 2017. – № 5(10). – Pp. 151–153.
3. Posmetyev V.I., Akimenko D.V., Makarenko A.V. The state and ways of increasing the efficiency of automobile transport operation. // Prospective technologies, vehicles and equipment in production, operation, service and repair: interuniversity collection of scientific papers. – Voronezh: Voronezh State Forestry Academy, 2010. – Pp. 301–306.
4. Matvienko I.V. Research of the reliability of cars in the process of their technical operation / I.V. Matvienko, V.S. Ivashko // News of science and technology. – 2020. – No. 2(53). – Pp. 30–37.
5. Kurashev I.V. Intelligent Methods of Internal Combustion Engine Diagnostics: Vibroacoustics and Predictive Models // Science and Education: Domestic and Foreign Experience: 78th International Scientific and Practical Conference: Collection of Articles. – Belgorod: LLC "GiK", 2025. – Pp. 35–41.
6. Ilyin K.A. Application of Artificial Intelligence for Diagnostics and Forecasting of Failures in Electrical Machines / K.A. Ilyin, A.E. Sidorov // Tinchurin Readings. – Kazan: Kazan State Power Engineering University, 2025. – Pp. 559–561.
2. Application of intelligent systems in the diagnosis of a car / N.S. Timirev, D.A. Popov, V.V. Kozlov, E.M. Pilipenko // Voronezh Scientific and Technical Bulletin. – 2019. – Vol. 1, No. 1(27). – Pp. 33–39.

Для цитирования
Архипов П.Ю., Одиноков С.А. Стандарты и методы управления качеством продукции в проектах создания инновационных детских спортивно-развлекательных комплексов / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 620–626.

УДК 006.06

СТАНДАРТЫ И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ В ПРОЕКТАХ СОЗДАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ДЕТСКИХ СПОРТИВНО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Архипов П.Ю., *аспирант, ФГБУ «Московский политехнический университет», Россия, г. Москва*
Одиноков С.А., *д-р техн. наук, доцент, профессор ФГБУ «Московский авиационный институт», Россия, г. Москва*

Современный рынок детских спортивно-развлекательных комплексов предполагает высокий уровень безопасности и качества оказываемых услуг. Одним из перспективных направлений на данный момент является производство веревочных парков, которые объединяют элементы активного отдыха, развития физической подготовки и психологического развития посетителей. Ключевым условием для успешной реализации данных проектов является применение системного подхода к управлению качеством продукции на всех этапах жизненного цикла продукции.

Ключевые слова: спортивно-развлекательные комплексы, управление качеством продукции, инновационные проекты, веревочные парки, безопасность.

STANDARDS AND QUALITY MANAGEMENT METHODS IN PROJECTS FOR CREATING INNOVATIVE CHILDREN'S SPORTS AND ENTERTAINMENT COMPLEXES

Arkhipov P.U., *student of the Faculty of Mechanical Engineering Moscow Polytechnic University Russia, Moscow*
Odinokov S.A., *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of "Standardization, Metrology and Certification" Department Moscow Polytechnic University, Russian, Moscow*

The modern market of children's sports and entertainment complexes requires a high level of safety and quality of services provided. One of the promising areas at the moment is the production of rope parks, which combine elements of active recreation, physical training, and psychological development of visitors. The key condition for the successful implementation of these projects is the use of a systematic approach to product quality management at all stages of the product life cycle.

Keywords: sports and entertainment complexes, product quality management, innovative projects, rope parks, safety.

Введение

В современном мире инновационные детские спортивно-развлекательные комплексы должны не только выполнять развлекательную функцию, но и формировать у детей навыки, полезные для их физического развития, командного взаимодействия, а также должны отвечать множеству других требований родителей, таких как безопасность, эстетическая составляющая и т.д. В условиях современного рынка соответствие этим требованиям аудитории становится ключевым фактором конкурентоспособности.

В связи с этим при разработке и создании детских инновационных спортивно-развлекательных комплексов очень важно учитывать отечественный опыт, а также использовать в работе международные и национальные стандарты. И конечно, особое место в

таком производстве относится к управлению качеством для поддержания соответствия требованиям своего основного потребителя.

Разновидности детских инновационных спортивно-развлекательных комплексов

Самым популярным детским спортивно-развлекательным комплексом в России являются веревочные парки, ниндзя-парки, зиплайны и скалодромы, получившие свою популярность в социальных сетях по всему миру. Данные спортивно-развлекательные комплексы стали популярными не только среди детей, но и среди взрослых, желающих проверить свою физическую подготовку и получить заряд адреналина.

В данной статье хотелось бы рассмотреть проект производства веревочных парков как вид производства инновационных спортивно-развлекательных комплексов (что такое веревочные парки, какие стандарты разработаны для данной деятельности в России и мире), сделать обзор современных методов управления качеством продукции в проектах данной сферы.

Веревочный парк. Характеристика, виды, безопасность

Веревочный парк – конструкция, представляющая собой подвесную полосу препятствий, предназначенную для прохождения участниками в развлекательных, рекреационных, оздоровительных и спортивных целях. В основном веревочные парки делятся на две категории – парки на искусственных или естественных опорах. У каждого вида свои плюсы и минусы.

Веревочные парки на искусственных опорах могут быть расположены почти в любом месте, если есть подходящего размера ровная поверхность. Такие парки достаточно долговечные и за счет специфики строительства могут находиться в государственных парках в городской черте, в торговых центрах и так далее, что может сделать финансовую модель таких объектов более устойчивой. Из минусов можно отметить высокую стоимость данного аттракциона, розничная стоимость начинается от 15 миллионов рублей.

Веревочные парки на естественных опорах значительно дешевле, но имеют ряд минусов. Находиться они могут исключительно в лесной черте, а значит, расположены они будут чаще всего в лесных массивах вдали от городской застройки, поэтому бизнес-модель подобных объектов имеет явно выраженную сезонность.

За безопасность большинства объектов отвечает линия непрерывной страховки, которая может быть реализована нескольким способами.

1. Тросовая система страховки.

Реализуется благодаря специальному карабину, имеющему разрез, который способен пройти через фиксирующие пластины троса, но не имеет возможности пройти через сам трос. Реализовано обычно таким образом, что первая и последняя станции находятся на земле, и, соответственно, посетитель не сможет снять карабин с троса, пока не завершит прохождение. Плюсом подобной системы является ее безопасность, так как у всех посетителей есть маршрут с четкой последовательностью испытаний, что сильно снижает пропускную способность комплекса, но исключает лобовое столкновение участников.

2. Рельсовая система страховки.

Реализуется через вырез в нижней части балки, проходящей над головой участника, таким образом, чтобы основной силовой узел находился внутри балки, а страховка участника визуально ехала, как по рельсу.

Плюсом подобной системы является высокая пропускная способность комплекса, но при данном типе страховки необходимо строго следить за выполнением правил безопасности, так как свой путь участник выбирает самостоятельно и, соответственно, возможно лобовое столкновение посетителей.

Стандарты качества детских спортивно-развлекательных комплексов

Так как рынок подобных комплексов еще очень молодой, стандартов, относящихся к этому роду деятельности, у нас не так много. Многие люди ошибочно полагают, что данные

спортивно-развлекательные комплексы регулируются ГОСТ 33807–2016 «Безопасность аттракционов», но на самом деле детские спортивно-развлекательные комплексы не подпадают под классификацию «Аттракцион» и, соответственно, регламентируются совершенно другими стандартами. Основным стандартом, конечно, является ГОСТ Р 56986–2023 «Веревочные парки. Общие технические условия», где прописаны основные моменты, которые надо учитывать при разработке, проектировании, установке и обслуживании данных спортивно-развлекательных комплексов, и который, в свою очередь, разработан на основе европейских стандартов: ЕН 15567-1:2015 «Спортивное оборудование и оборудование для развлечения и отдыха. Веревочные парки. Часть 1. Требования к конструкции и безопасности», а также ЕН 15567-2:2015 «Спортивное оборудование и оборудование для развлечения и отдыха. Веревочные парки. Часть 2. Требования к эксплуатации».

Не стоит забывать, что если мы имеем дело со спортивными детскими комплексами, то на них распространяются требования ГОСТ Р 52169–2012 «Сооружения спортивные. Требования безопасности», а также требования СанПиН для детских игровых и спортивных площадок (нормативы безопасности, санитарные требования).

Методы управления качеством продукции при производстве и эксплуатации веревочных комплексов

Для того чтобы грамотно управлять качеством продукции, необходимо точно понимать, какие ожидания к самой продукции предъявляет ее основной потребитель. В случае с детскими спортивно-развлекательными комплексами эта задача становится достаточно сложной с точки зрения реализации, потому что основной потребитель, на которого ориентирована продукция, – ребенок, который должен остаться доволен. Но при этом основное лицо, принимающее решение, – сопровождающий ребенка, взрослый человек. Но помимо требований конечного потребителя производитель должен учитывать ожидания организаций, покупающих данные комплексы, и организаций, обслуживающих данные комплексы. Получается, что для того, чтобы соответствовать возложенным на наш продукт ожиданиям, мы должны учитывать все четыре взгляда на него, то есть для грамотной оценки возложенных ожиданий мы должны опросить 4 группы наших потенциальных потребителей.

Давайте разберемся, какие требования к спортивно-развлекательным комплексам предъявляют взрослые.

Если провести опрос взрослой группы потребителей, то на первом месте с большим отрывом будет безопасность. Помимо безопасности часто можно встретить такие критерии, как вовлеченность ребенка, эстетическая составляющая и зона отдыха.

Если мы проводим опрос детской аудитории, то на первом месте также запрос на безопасность, но уже не с таким большим отрывом. Помимо безопасности запрос детской аудитории включает: соответствие тематики актуальным трендам (цветовая гамма, тематические персонажи, музыкальное сопровождение), сложность и разнообразность маршрутов, возможность прохождения маршрутов вместе со взрослыми.

Опрос организаций, закупающих данные комплексы, вновь показывает запрос на безопасность с большим отрывом; помимо безопасности у данных организаций есть запрос на окупаемость, долговечность, ремонтопригодность, эстетическую составляющую, соответствие ожиданиям целевой аудитории.

Опрос обслуживающих организаций показывает, что предъявляемые ими требования включают: грамотно составленную документацию комплекса, ремонтопригодность, использование понятных и распространенных инструментов и материалов.

Как мы видим, три из четырех групп с большим отрывом ассоциируют качество данной продукции с ее безопасностью, поэтому на этом критерии стоит делать особый акцент. Помимо безопасности можно выделить требования, которые встречаются два или более раз – это эстетическая составляющая и ремонтопригодность. Несмотря на то, что, казалось бы, детские критерии не повторяются несколько раз, мы видим пункт «вовлеченность ребенка» у взрослой аудитории и пункт «соответствие ожиданиям целевой аудитории» у компаний,

покупающих продукцию, то есть и взрослая аудитория, и компании, эксплуатирующие данные комплексы, очень пристально следят за реакцией детской аудитории. Соответственно и нам, как производителю, стоит очень внимательно следить за соответствием ожиданиям именно этой группы.

Если с точки зрения безопасности у нас есть сразу несколько стандартов, которые достаточно четко описывают все процессы на всех этапах жизненного цикла продукции, то на соответствие критериям детской группы потребителей написать стандарты просто невозможно из-за скорости изменений предпочтений и сменяемости самой группы. Возникает вопрос: как же понимать актуальность ожиданий данной группы, ведь не можем же мы проводить опрос группы каждые две недели?! К тому же объект мы изготовили, например, сегодня, и эксплуатироваться он будет от 5 до 15 лет, как же нам оставить его актуальным на все время его эксплуатации с учетом быстроменяющихся «трендов» и запроса на разнообразность маршрутов.

Для поиска решения этого вопроса нам необходимо понять, какую модель организации производства используют производители спортивно-развлекательных комплексов сейчас. Методом несложного анализа можно прийти к выводу, что в большинстве случаев используется каскадный метод разработки проектов. Его схема представлена ниже:

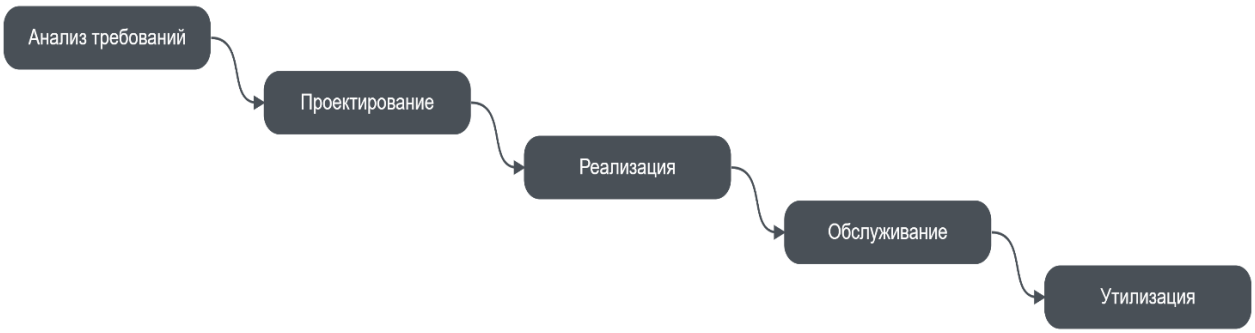


Рис. 1. Каскадная модель разработки проектов

Давайте разберем эту модель подробнее. На этапе анализа требований команда созванивается с заказчиком и выявляет его потребность, записывает пожелания и подбирает типовое решение, разработанное заранее. После одобрения заказчиком, начинается стадия проектирования, чаще всего команда выезжает на место монтажа, замеряет размеры территории, уклон площадки и другие параметры, необходимые для монтажа. После чего идет этап проектирования объекта с учетом всех выявленных особенностей площадки, составления сметной документации, технического паспорта объекта с учетом всех конструктивных изменений, и дальше все эти документы передают на производство. На этапе реализации происходит изготовление продукции по технической документации, доставка, монтаж оборудования на месте и производится проверка на соответствие произведенной и смонтированной продукции требованиям ГОСТ Р 56986–2023 и внутренней документации производства и заказчика. Далее, если компания занимается обслуживанием, то чаще всего в указанный производителем срок она производит обслуживание комплекса, а по истечении срока эксплуатации производит демонтаж и утилизацию объекта.

Как видно из описанной выше модели, последние два этапа жизненного цикла продукции почти не охватываются производителем. Поэтому очень часто производители отказываются от этапа обслуживания или утилизации объекта, и покупатель остается с неисправным или требующим обслуживания объектом, что называется «один на один», что, в свою очередь, часто приводит к некачественному ремонту и, как следствие, к снижению доверия к данному производителю.

С учетом того, что большинство производителей не охватывают часть жизненного цикла продукции, говорить о соответствии объектов современным «трендам» становится совсем тяжело.

Для реализации более грамотного управления качеством продукции можно модернизировать каскадный метод управления проектом на гибридный, где в течение всего отрезка эксплуатации объекта мы собираем данные с помощью доступных нам методов изучения поведения посетителей, и уже в зависимости от предпочтений наших конечных потребителей производить трансформацию объекта для соответствия интересам нашей целевой аудитории.

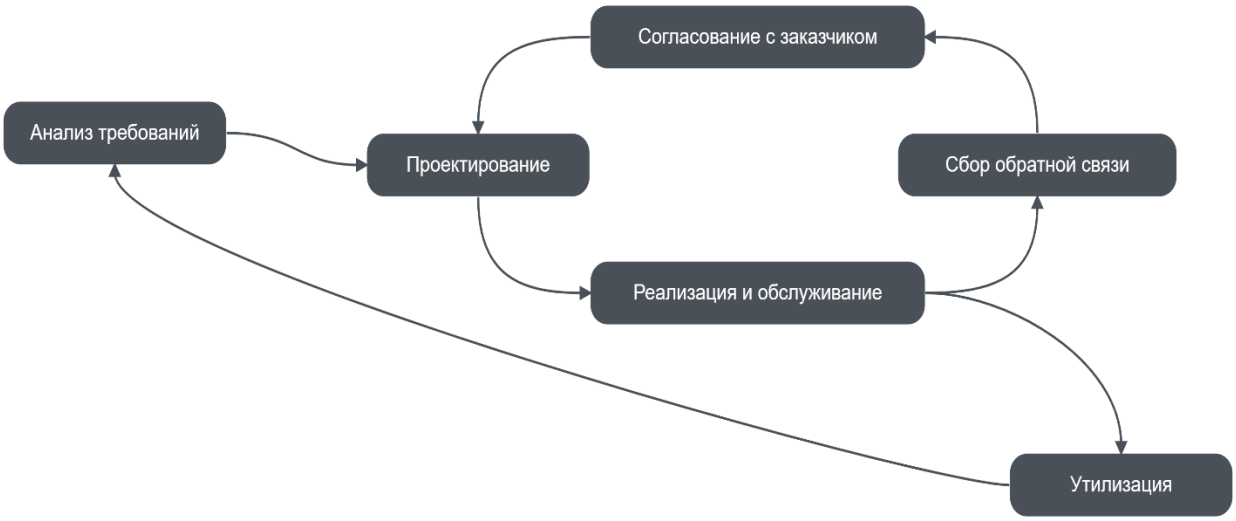


Рис.2. Гибридная модель управления проектом

При использовании подобной модели получается, что первая часть жизненного цикла продукции идет по стандартной каскадной модели с понятными инструментами и управлением качества продукции, при этом начиная с этапа реализации проекта добавляются этапы по методологии Agile. Таким образом, у нас получается цикличная схема, где каждый год мы проводим анализ поведения потребителей и сбор обратной связи, что позволяет заказчику трансформировать и преобразовывать объект в соответствии с современными тенденциями, а также обновлять и менять местами испытания, для того чтобы сохранять новизну и разнообразие маршрутов.

Стоит отметить, что для реализации подробной модели управления проектом необходимо изначально заложить в продукт возможность взаимозаменяемости этапов и возможность трансформации. К счастью, большинство объектов изначально проектируется на модульной основе, что значительно упрощает внедрение данной модели.

Давайте сравним каскадную и гибридную модели на соответствие ожиданиям потребителей.

1. Безопасность у гибридной модели будет выше, так как ежегодный сбор обратной связи и трансформация объекта позволяют внедрить новые технологии не только в сфере детских интересов, но и в сфере безопасности.
2. Соответствие тематики актуальным трендам у гибридной модели, очевидно, лучше, так как существует возможность трансформировать объект в соответствии с запросом аудитории.
3. Сложность и разнообразность маршрутов также лучше у гибридной модели.
4. Эстетическая составляющая будет более актуальной, как и соответствие объекта современным трендам.
5. Ремонтопригодность у объектов с разными моделями будет примерно одинаковая.
6. Окупаемость проекта по гибридной модели будет быстрее, так как актуальные объекты привлекают больше внимания, что позволит получить больше посетителей при одинаковой проходимости.
7. Долговечность объектов будет одинаковая при прочих равных.

Вывод

Веревочные парки, как вид спортивно-развлекательных объектов, являются перспективной и востребованной продукцией в современном мире. Они сочетают в себе безопасную среду для развития спортивных навыков ребенка и возможность проверить свои силы для взрослых людей. Но для коммерчески успешной реализации подобных проектов необходимо строгое соответствие стандартам и грамотное управление качеством продукции, реализованное на основании возлагаемых ожиданий всей цепочки потребителей, начиная с посетителей и заканчивая организациями, обслуживающими данные объекты.

С применением метода анализа возлагаемых ожиданий стало понятно, что в большинстве случаев на первом месте стоит безопасность данных комплексов. Для обеспечения безопасности данного вида спортивно-развлекательных объектов был разработан стандарт, который регламентирует требования безопасности при проектировании, монтаже и эксплуатации. Но помимо безопасности, задача любого производителя – сделать продукцию конкурентоспособной и коммерчески выгодной. И тут производители сталкиваются с рядом сложностей.

Анализ показал, что традиционная каскадная модель управления проектами не дает оптимальный уровень конкурентоспособности. В современном мире, с учетом быстроменяющихся запросов целевой аудитории, гораздо целесообразнее использовать гибридную модель управления проектами, где этапы «анализ требований», «проектирование» и «реализация» сохранены в традиционном каскадном виде, что обеспечивает предсказуемость и соблюдение нормативов по безопасности объектов. А дальнейшие этапы жизненного цикла продукции должны быть реализованы при помощи современной Agile-методологии, что позволяет производить трансформацию объектов, повышая конкурентоспособность продукции и коммерческую эффективность.

Это позволит оперативно реагировать на запросы пользователей, анализировать данные о посещаемости, вносить улучшения в проект и обеспечивать его актуальность в долгосрочной перспективе.

Применение данной стратегии повысит конкурентоспособность спортивно-развлекательных комплексов, сделает их более привлекательными для посетителей и обеспечит их устойчивое развитие в условиях меняющегося спроса.

Список литературы

1. ГОСТ Р 56986–2023 Веревочные парки. Общие технические условия.
2. Маклакова И.А. Веревочный парк – одна из эффективных инновационных здоровьесберегающих технологий для детей с ОВЗ // Журнал для воспитателей и педагогов ДОУ – 2022. – URL: https://www.vospitatelds.ru/categories/2/articles/7078 (дата обращения: 19.09.2025).
3. Архипова Л.И. Принципы Agile в цифровой трансформации бизнеса / Л.И. Архипова, Л.Ф. Медведева // Научные труды Республиканского института высшей школы. Философско-гуманитарные науки. – 2021. – № 20-2. – С. 126–138.
4. Васильева А.Д. Технология управления проектами на основе методологии AGILE / А.Д. Васильева, А. Буторин, Л. Котегова // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2021. – № 1–2. – С. 118–124.
5. Central Computer and Telecommunications Agency, PRINCE2 – 2009.
6. Newton R., Project management step by step – 2007. – URL: https://books.google.ru/books?id=3b1UO7YNhS0C&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false (дата обращения: 21.09.2025).
7. EN 15567-1:2015 – Sports and recreational facilities – Ropes courses – Part 1: Construction and safety requirements.
8. EN 15567-2:2007 – Sports and recreational facilities – Ropes courses – Part 2: Operation requirements.

References

1. GOST R 56986–2023 – Rope Parks, General Technical Conditions.
2. Maklakova I.A. Rope Park is One of the Effective Innovative Health-Preserving Technologies for Children with Disabilities // Journal for Educators and Preschool Teachers – 2022. – URL: https://www.vospitatelds.ru/categories/2/articles/7078 (accessed: 19.09.2025).

3. Arkhipova L.I. Agile Principles in Digital Business Transformation / L.I. Arkhipova, L.F. Medvedeva // Scientific Papers of the Republican Institute of Higher Education. Philosophical and Humanitarian Sciences. – 2021. – No. 20-2. – Pp. 126–138.
4. Vasilyeva A.D. Project Management Technology Based on the AGILE Methodology / A. D. Vasilyeva, A. Butorin, L. Kotegova // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. – 2021. – No. 1–2. – Pp. 118–124.
5. Central Computer and Telecommunications Agency, PRINCE2 – 2009.
6. Newton R. Project management step by step – 2007. – URL: https://books.google.ru/books?id=3b1UO7YNhS0C&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false (дата обращения: 21.09.2025).
7. EN 15567-1:2015 – Sports and recreational facilities – Ropes courses – Part 1: Construction and safety requirements.
8. EN 15567-2:2007 – Sports and recreational facilities – Ropes courses – Part 2: Operation requirements.

Для цитирования
Бражкин А.Н., Усанова М.А. Цифровое будущее стандартов в авиационной отрасли / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 627–631.

УДК 004.9

ЦИФРОВОЕ БУДУЩЕЕ СТАНДАРТОВ В АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ

Бражкин А.Н., *директор центра по стандартизации АО «НЦВ Миль и Камов»*
Усанова М.А., *начальник отдела методологии качества проектирования АО «НЦВ Миль и Камов», Россия, г. Люберцы*

Исследование актуальности цифровой стандартизации как основного инструмента модернизации авиационной отрасли, выявление проблем, связанных с переходом от традиционных бумажных стандартов к цифровым, и предложение путей их решения.
Анализ международного опыта в области цифровой стандартизации, изучение отечественной практики, а также рассмотрение конкретных примеров применения цифровых стандартов в авиастроении. Особенностью изучения влияния цифровых технологий на стандарты в авиации является определение перспективных направлений их адаптации для развития систем управления жизненным циклом изделия.

Ключевые слова: информационные технологии, стандарт, цифровой стандарт, умный стандарт, авиационная отрасль, стандартные изделия.

THE DIGITAL FUTURE OF STANDARDS IN THE AVIATION INDUSTRY

Brazhkin A. N., *Director of the Center for Standardization of JSC "NCV Mil and Kamov"*
Usanova M.A., *Head of the Department of Design Quality Methodology of JSC "NCV Mil and Kamov", Lyubertsy, Russia*

Research on the relevance of digital standardization as the main tool for modernizing the aviation industry, identifying problems associated with the transition from traditional paper standards to digital ones, and suggesting ways to solve them.
Analysis of international experience in the field of digital standardization, study of domestic practice, as well as consideration of specific examples of the application of digital standards in the aircraft industry. A special feature of studying the impact of digital technologies on aviation standards is the identification of promising areas for their adaptation for the development of product lifecycle management systems.

Keywords: information technology, standard, digital standard, smart standard, aviation industry, standard products.

В современном мире технологии развиваются с невероятной скоростью, и это оказывает значительное влияние на стандарты в различных отраслях, а также принципы, по которым они создаются и применяются.

До недавнего времени стандарты были ориентированы на человеческое восприятие, так как именно человек является главным пользователем документа, поэтому традиционно подлинником документа принято считать бумажный экземпляр, который наглядно отображает реквизиты (подпись, дата, вид и номер документа), подтверждающие его юридическую силу и достоверность.

Согласно ГОСТ Р 7.0.8–2025 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Делопроизводство и архивное дело. Термины и определения» [1] подлинником документа является первый или единственный экземпляр (в установленных случаях – один из нескольких одновременно созданных экземпляров) документа, а для электронного документа – любой экземпляр электронного документа, в который с момента его подписания и регистрации не вносились изменения.

В цифровую эпоху текст уже не является единственным способом общения, особенно когда речь идет о взаимодействии с техникой или программным обеспечением.

Закономерно возникает потребность в цифровом стандарте, который бы с одной стороны сохранил свой юридический и нормативный статус для пользователя-человека, с другой стороны, был машиночитаемым, т. е. понятен информационной системе.

Цифровой стандарт: мировой и отечественный опыт

Международные организации, включая МЭК и ИСО, осознают необходимость трансформации стандартов для цифровой эпохи. На мировом уровне активно развивается концепция SMART-стандартов (Smart Machine-Actionable and Readable Technical Standards), нацеленных на то, чтобы стать машиночитаемыми и машиноинтерпретируемыми. [2]

С точки зрения зарубежной классификации [2] эволюция стандартов представлена в виде пятиуровневой пирамиды (рис. 1):

Рис. 1. Цифровая эволюция стандартов

0 – стандарты на бумажном носителе;

1 – стандарты в формате PDF (внутритекстовый поиск, отображение на экране);

2 – машиночитаемый документ в формате XML (структурированное содержание может обрабатываться программным обеспечением (ПО) и отображается через веб-браузер);

3 – машиночитаемый контент (содержит информационные библиотеки; все это упаковано в один компактный образ, который можно запускать на любом устройстве);

4 – машинопонимаемый контент (содержание документа поддается машинной интерпретации, самостоятельный анализ и валидация данных);

5 – динамический стандарт, который формируется под задачи потребителя исходя из содержания действующих стандартов.

В России работы в этом направлении ведутся Российским институтом стандартизации (ФГБУ «Институт стандартизации»). С точки зрения правового статуса «цифровой стандарт» – это «электронное издание документа по стандартизации, разработанное и утвержденное в установленном порядке в цифровой форме, требующее для

отображения специальные программные средства, размещенное в фонде и распространяемое только в электронном виде» [3].

Техническим подкомитетом 711 «Умные (smart) стандарты» разрабатывается целая серия предварительных стандартов (ПНСТ) на стандарты, имеющие цифровое содержание и дающие представление об общей структуре такого документа, как SMART-стандарт.

Так, в предварительном национальном стандарте ПНСТ 864–2023 «Умные (SMART) стандарты. Общие положения» [4] термин «умный (SMART) стандарт (SMART-стандарт)» определяется как совокупность данных, содержащихся в документе по стандартизации, представленных в машиночитаемом, машиноинтерпретируемом и машинопонимаемом форматах:

– машиночитаемый формат – текст стандарта в общепринятых форматах (DOCX, ODF, PDF, HTML);

– машиноинтерпретируемый формат – содержание в формате XML, возможность отображать различные представления (3D модели, таблицы и формулы) в любом программном обеспечении одинаково;

– машинопонимаемый формат – машинная обработка требований для выполнения в другой информационной системе без участия человека.

Важно подчеркнуть, что ни на международном, ни на национальном уровне эволюция стандартов не предполагает отказ от «бумажного» экземпляра. Одно из условий цифрового стандарта – возможность отображаться как в традиционной печатной форме, так и содержать контейнер данных [2].

Цифровой стандарт в авиационной отрасли: от слова к цифре

Идея документа как контейнера данных уже нашла применение в авиастроении, где электронная конструкторская документация на изделие может отображать требования в различных форматах (например, геометрия в формате STEP, технические требования в формате .xls и т. д.) и при этом составлять один утверждаемый объект в информационной системе.

В 2025 году был введен в действие ГОСТ Р 2.621–2024 «Единая система конструкторской документации. Электронная эксплуатационная документация. Формат данных», который определяет формат данных электронной эксплуатационной документации. Данные передаются в виде совокупности электронных документов в формате XML (модулей данных) и графических файлов с иллюстрациями, на которые есть ссылки в модулях данных [5].

Однако стандарт – это не только набор нормативных требований, а еще и конкретные технические решения. В авиации, например, используют отраслевые стандарты (ОСТы) для стандартных изделий и крепежа, которые содержат и чертеж изделия, и требования к его техническим параметрам и физико-химическим характеристикам.

Применение бумажного стандарта (ГОСТа, ОСТа и т. п.) в трехмерном макете летательного аппарата становится затруднительным: требования документа приходится переносить вручную в разных форматах для разных информационных систем и пользователей на всех этапах жизненного цикла изделия. Это приводит к потенциальным ошибкам в ходе интерпретации и дополнительной верификации данных, что увеличивает сроки разработки и стоимость изделия.

К примеру, применить требования ГОСТ ISO 7380-1–2014 «Винты с полукруглой головкой. Часть 1. Винты с полукруглой головкой и шестигранным углублением» [6] без оформления трехмерных моделей силами организации не представляется возможным.

Ситуация осложняется тем, что в редакции действующего ФЗ от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» [7] ОСТы не являются более документами по стандартизации, их применение ограничено согласно примечанию к статье 14 вышеупомянутого ФЗ.

В настоящее время в конструкторской документации только вертолетной техники насчитывается около 1 000 000 (одного миллиона) видов и типов стандартных изделий, содержащихся в более чем 2500 отраслевых стандартов, которые требуют актуализации.

Очевидно, что пересмотр требований ОСТ на стандартные изделия без изменения бумажного формата данных будет сдерживать рост цифровизации авиационной отрасли.

Законодательно допускается переход отраслевой документации (ОСТ) либо в национальные стандарты (ГОСТ Р) либо в стандарты организации (корпорации или холдинга).

Путь в ГОСТ Р

Переход отраслевых стандартов (ОСТ) в национальные стандарты является наиболее рациональным шагом. Продукция, соответствующая ГОСТ Р, вызывает большее доверие у широкого круга потребителей по сравнению с продукцией, соответствующей стандартам организаций.

Однако разработка ГОСТ Р на базе ОСТ – это длительный и трудоемкий процесс, который занимает в среднем от 1 года до 1,5 лет до выхода первой редакции ГОСТ Р, при большом количестве согласований участниками профильного технического комитета, что также является сдерживающим фактором при необходимости быстрого перехода от бумажного стандарта в цифровой.

Путь в СТО

При переходе от ОСТ к стандартам организации (СТО) организации авиационной отрасли получают значительную свободу в нормотворчестве. Они могут самостоятельно выбирать обозначения для нормативных документов, определять используемые CAD-системы и версии программного обеспечения для создания 3D-моделей, а также дополнять и уточнять требования СТО, если это не противоречит требованиям ГОСТ. Все эти изменения могут быть зафиксированы в одном или нескольких документах.

Однако при производстве опытных образцов изделий на разных предприятиях неизбежно возникнут проблемы совместимости форматов и программного обеспечения. Это приведет к следующим последствиям:

- необходимость содержания постоянного штата квалифицированных специалистов для создания 3D-моделей типовых изделий;
- создание автономных баз данных на каждом предприятии;
- невозможность использования 3D-макетов изделий из-за разного уровня детализации типовых компонентов;
- потеря унификации изделий, когда одно и то же изделие будет иметь разное обозначение в разных организациях;
- в случае, если изделие производится по гособоронзаказу, такие стандарты должны быть включены в требования контракта либо в Сводный перечень документов по стандартизации оборонной продукции (ДСОП), который утверждается Министерством обороны РФ;
- требуется решение вопросов, связанных с результатами интеллектуальной деятельности (авторские права на 3D модели и др. данные).

Кардинальные изменения должны прежде всего иметь форму представления документа таким образом, чтобы цифровые данные, содержащиеся в стандарте, могли быть обработаны встроенными программными средствами, используемыми на том или ином этапе жизненного цикла изделия, при сохранении возможности визуального восприятия человеком.

Существующая потребность в пересмотре документов вида ОСТ открывает перспективы для развития цифровой стандартизации в авиационной отрасли. Такое объединение интересов государства и промышленности станет важным шагом в решении следующих задач:

1. Рост производительности труда благодаря автоматизации рутинных операций и оптимизации рабочих процессов.

2. Повышение качества продукции за счет точного соблюдения технологических норм и оперативного выявления отклонений.

3. Снижение себестоимости за счет уменьшения количества брака и оптимального использования ресурсов.

Список литературы

1. ГОСТ Р 7.0.8–2025 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Делопроизводство и архивное дело. Термины и определения. ФГБУ «Российский институт стандартизации». Сайт URL:https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&baseC=6&page=0&month=12&year=2025&search=ГОСТ%20Р%207.0.8-2025&id=265409/(дата обращения: 01.12.2025).
2. Key areas of work. IEC/ISO SMART. Unleashing the digital power of international standards./ URL: https://www.iso.org/smart (дата обращения: 28.11.2025).
3. Миронов Д.Е. Бражкин А.Н. Стандартизация в условиях цифровизации процессов проектирования и разработки. Материалы V ежегодной конференции по качеству госкоропорации Ростех, г. Москва. 2025 год. Сайт: URL: https://www.rttec.ru/ Режим доступа: для зарегистрированных пользователей /(дата обращения: 01.10.2025).
4. ПНСТ 864–2023 Умные (SMART) стандарты. Общие положения. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов «Кодекс». Сайт URL: https://docs.cntd.ru/document/1303621735?ysclid=miouv3oum6434324303/ (дата обращения: 01.12.2025).
5. ГОСТ Р 2.621–2024 Единая система конструкторской документации. Электронная эксплуатационная документация. Формат данных. ФГБУ «Российский институт стандартизации».URL:https://protect.gost.ru/v.aspx?control=8&baseC=-1&page=0&month=-1&year=-1&search=&RegNum=1&DocOnPageCount=15&id=252844 (дата обращения: 01.12.2025).
6. ГОСТ ISO 7380-1–2014 «Винты с полукруглой головкой. Часть 1. Винты с полукруглой головкой и шестигранным углублением». ФГБУ «Российский институт стандартизации»URL:https://protect.gost.ru/v.aspx?control=8&baseC=-1&page=0&month=-1&year=-1&search=&RegNum=1&DocOnPageCount=15&id=193151 /(дата обращения: 01.12.2025)
7. Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации» от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ (редакция от 30 декабря 2020 г.). КонсультантПлюс: справочно-правовая система. Сайт. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181810/ Режим доступа: для зарегистрированных пользователей. Текст: электронный //(дата обращения: 01.12.2025).

References

1. GOST R 7.0.8–2025.System of standards on information, librarianship and publishing. Recordkeeping and organization of archives. Terms and definitions. Federal State Budgetary Institution «Russian Institute of Standardization». Available at: URL:https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&baseC=6&page=0&month=12&year=2025&search=ГОСТ%20Р%207.0.8-2025&id=265409/ (accessed 01.12.2025).
2. Key areas of work. IEC/ISO SMART. Unleashing the digital power of international standards./ Available at: URL: https://www.iso.org/smart/(accessed 01.12.2025).
3. Mironov D.E. Brazhkin A.N. Standardization in the context of digitalization of design and development processes. Proceedings of the V Annual Rostec Group Quality Conference, Moscow, 2025. Available at: URL: https://www.rttec.ru/ Access mode: for registered users (accessed 01.10.2025).
4. PNST 864–2023 Smart (SMART) standards. General provision. The «Kodeks Electronic Fund of Legal and Regulatory Documents». Available at: URL:https://docs.cntd.ru/document/1303621735?ysclid=miouv3oum6434324303/ (accessed 01.12.2025).
5. GOST R Unified system for design documentation. Electronic operation and maintenance documentation. Data format. Feral State Budgetary Institution «Russian Institute of Standardization». Available at: URL:https://protect.gost.ru/v.aspx?control=8&baseC=-1&page=0&month=-1&year=&search=&RegNum=1&DocOnPageCount=15&id=252844/.(accessed 01.12.2025).
6. GOST ISO 7380-1:2011,Button head screws. Part 1. Hexagon socket button head screws. Federal State Budgetary Institution «Russian Institute of Standardization». Available at: URL:https://protect.gost.ru/v.aspx?control=8&baseC=-1&page=0&month=-1&year=-1&search=&RegNum=1&DocOnPageCount=15&id=193151/.(accessed 01.12.2025)
7. Federal Law «On Standardization in the Russian Federation» dated 06/29/2015 N 162-FZ (as amended on December 30, 2020). ConsultantPlus: legal reference system. Available at: URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181810/ Access mode: for registered users (accessed 01.10.2025).

Для цитирования
Василега Д.С., Болотов П.А. Стандартизация аддитивного производства: направления развития в строительстве / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 632–637.

УДК 006.013

СТАНДАРТИЗАЦИЯ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА: НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Василега Д.С., *канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Россия, г. Тюмень*
Болотов П.А., *магистрант, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Россия, г. Тюмень*

В статье представлен комплексный анализ современного состояния стандартизации в сфере аддитивных технологий в Российской Федерации. Рассматриваются методологические подходы к классификации и систематизации нормативных документов. Особое внимание уделено выявлению структурных особенностей и ключевых тенденций в развитии нормативной базы. Определены основные проблемные зоны и перспективные направления для дальнейшего совершенствования системы стандартизации. Сформулированы практические рекомендации, способствующие оптимизации процессов стандартизации в области аддитивного производства.

Ключевые слова: аддитивные технологии, строительство, стандартизация, нормативная база, национальные стандарты, композиционные материалы.

STANDARDIZATION OF ADDITIVE MANUFACTURING: DIRECTIONS OF DEVELOPMENT IN CONSTRUCTION

Vasilega D.S., *candidate of Technical Sciences, associate professor, Tyumen Industrial University, Russia, Tyumen*
Bolotov P.A., *Master's Student, Tyumen Industrial University, Russia, Tyumen*

The article presents a comprehensive analysis of the current state of standardization in the field of additive technologies in the Russian Federation. It examines methodological approaches to the classification and systematization of regulatory documents. Special attention is paid to identifying the structural features and key trends in the development of the regulatory framework. The main problem areas and promising directions for further improvement of the standardization system are identified. Practical recommendations are formulated to optimize the standardization processes in the field of additive manufacturing.

Keywords: additive technologies, construction, standardization, regulatory framework, national standards, composite materials.

Современная строительная отрасль переживает период технологической трансформации, связанной с внедрением аддитивных технологий. 3D-печать открывает революционные возможности для создания сложных архитектурных форм, оптимизации сроков строительства и снижения материалоемкости [8, стр. 45]. Мировой опыт демонстрирует стремительное развитие рынка строительной 3D-печати: от первых экспериментальных проектов в 2014–2016 годах до массового строительства жилых кварталов и инфраструктурных объектов к 2023 году.

Технология аддитивного строительного производства (АСП) методом послойной экструзии бетона доказала свою эффективность в различных климатических условиях и экономических системах. Как показано в исследованиях, ее применение позволяет не только

сокращать сроки строительства на 30–50%, но и существенно снижать себестоимость объектов – в некоторых случаях до 20% по сравнению с традиционными технологиями. Особенно перспективным направлением является использование композитных материалов, включая модифицированные бетоны и биополимеры, обладающие улучшенными эксплуатационными и экологическими характеристиками [1, стр. 83].

Однако широкое внедрение этих перспективных технологий сдерживается недостаточной разработанностью нормативной базы [7, стр. 23].

Целью настоящего исследования является проведение системного анализа современного состояния нормативно-технической базы в сфере аддитивных технологий в Российской Федерации. В рамках исследования планируется осуществить количественную и качественную оценку распределения нормативных документов по трем ключевым векторам: категориям стандартизации (общие, для широких категорий, специальные), видам регулирования (исходные материалы, готовые изделия, процессы и оборудование) и типам материалов (металлы, композиты, пластики). Особое внимание будет уделено диагностике структурных перекосов и нормативных пробелов, препятствующих гармоничному развитию отрасли. На основе выявленных диспропорций предполагается сформировать стратегические ориентиры для перспективных работ по стандартизации, учитывающие потребности различных секторов экономики, в частности строительной отрасли.

Материалами исследования являются национальные стандарты и их проекты в сфере аддитивных технологий. Всего был проведен сплошной анализ 59 нормативных документов. Они были классифицированы по трем ключевым признакам:

– категория: общие стандарты, стандарты для широких категорий, специальные стандарты;

– вид: исходные материалы, готовые изделия, процесс/оборудование;

– материал: металлы, композиты, пластики.

Основу методологии составил статистический анализ, направленный на количественную оценку и распределение стандартов по указанным категориям. Для повышения точности классификации дополнительно применялся контент-анализ наименований и обозначений стандартов.

Результаты исследования были визуализированы двумя способами:

– с помощью блок-схем, наглядно демонстрирующих распределение стандартов по категориям и видам для каждого материала;

– посредством диаграмм с расчетом абсолютных и относительных показателей, обеспечивающих сопоставимость данных.

Проведенный анализ стандартов в области аддитивных технологий, представленный на рис. 1, выявляет структурную диспропорцию в нормативной базе, особенно заметную при рассмотрении распределения стандартов по типам материалов, – абсолютное большинство стандартов (72%) разработано для металлических сплавов. При этом наиболее показательной с точки зрения анализа текущего состояния и перспектив развития является ситуация с композиционными материалами.

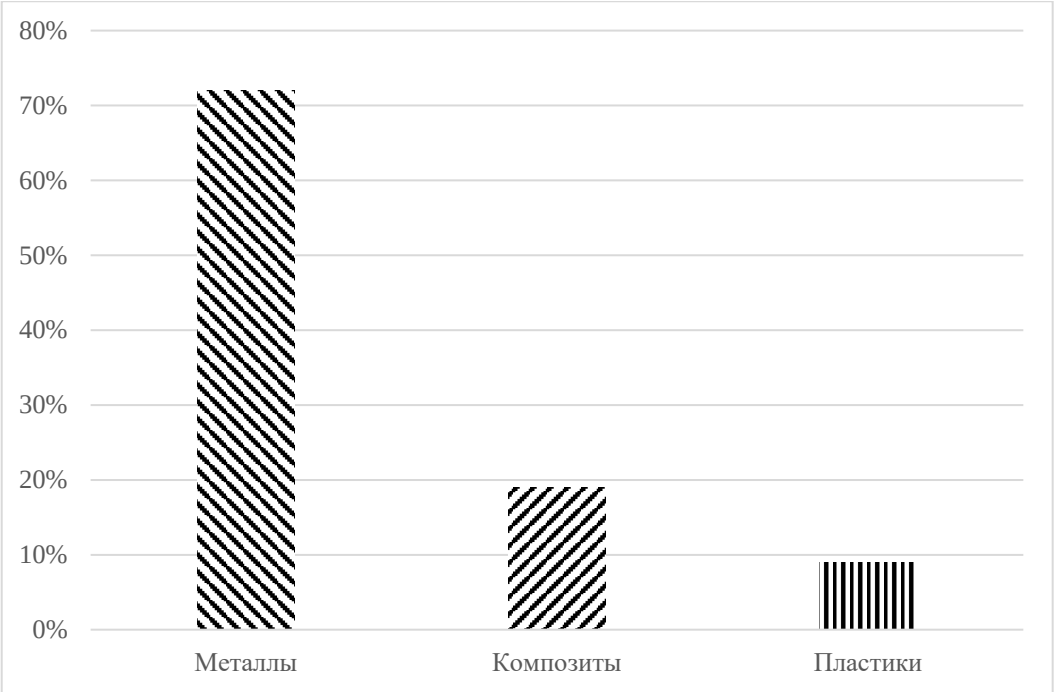


Рис. 1. Анализ стандартов в области аддитивных технологий

Наиболее проблемной областью являются композиционные материалы, на которые приходится лишь 19% стандартов (6 документов). Качественный анализ, представленный на рис. 2, показывает системный пробел в их регулировании: полностью отсутствуют основополагающие документы – общие стандарты и стандарты для широких категорий. Вся нормативная база для композитов состоит исключительно из специальных стандартов, причем 5 из 6 документов регулируют исключительно исходные материалы.

Общие стандарты в категории исходные материалы регламентируют номенклатуру обязательных характеристик материалов и унифицированные процедуры их экспериментального подтверждения. Эти документы создают методологический базис для обеспечения воспроизводимости результатов аддитивного производства [2, стр. 1].

В категории «Процесс/оборудование» общих стандартов нормативные документы выполняют функции:

– унификации терминов;

– классификации процессов;

– формулировки базовых принципов;

– установления требований безопасности и надежности;

– определения структур и представления данных;

– обеспечения совместимости между различными программными и аппаратными платформами;

– установления требований к сопроводительной информации.

Общие стандарты, представленные в категории «Готовые изделия», направлены на контроль качества продукции, произведенной аддитивными методами; унификацию понятийного аппарата, установление однозначных терминов и определений для геометрических характеристик, внутренних свойств, специфических дефектов. Также стандарты в этой категории устанавливают непосредственные нормативные рамки для готовой продукции.

В категории «Стандарты для широких категорий» по виду «Исходные материалы» по металлам представлены стандарты, которые формируют комплексную систему контроля ключевых параметров металлопорошковых композиций для аддитивного производства. Стандарты устанавливают единые методики определения насыпной плотности, формы и размера частиц, а также текучести порошков [5].

В этих же категории и виде, но по пластикам, стандарты конкретизируют общие требования для одного из самых распространенных классов материалов в аддитивных технологиях – полимерных филаментов (нитей), используемых в FDM/FFF-печати. Вместе эти стандарты создают замкнутый цикл для полимерной FDM-печати: первый гарантирует качество и идентичность материала, а второй – воспроизводимость и стабильность самого процесса его использования [3].

В этой же категории, но в «Готовых изделиях» и по металлам, стандарты завершают создание комплексной системы для аддитивного производства, фокусируясь на заключительных, но критически важных этапах – проектировании и контроле качества металлических изделий. Их интеграция является обязательным условием для использования аддитивных технологий в производстве критически важных металлических компонентов в аэрокосмической, медицинской и автомобильной отраслях.

В категории «Специальные стандарты» и в виде «Исходные материалы» по композитам стандарты открывают пути для изготовления высокоэффективных изделий для аэрокосмической и медицинской отраслей и обеспечивают нормативную базу для цифровой трансформации одной из самых консервативных отраслей – строительства.

В этих же категории и виде, но по металлам, стандарт детализирует перечень требований к титановым порошкам для использования в технологиях селективного лазерного сплавления (SLM) и электронно-лучевой плавки (EBM). Он регламентирует ключевые параметры, определяющие как технологичность процесса печати, так и свойства готового изделия: химический состав, гранулометрический состав и форму частиц, их сыпучесть и насыпную плотность.

В этой же категории и по этому же материалу, но в виде «Процесс/оборудование», стандарты регламентируют инструмент для объективной проверки и сравнения технических возможностей оборудования, а также весь производственный цикл металлической 3D-печати.

В виде «Готовые изделия» по металлам стандарты направлены на фигурные изделия из алюминиевых сплавов и применение аддитивных технологий для создания индивидуальных медицинских изделий – узлов протезов нижних конечностей [4].

В этом же виде, но по пластикам, стандарт устанавливает требования к пластиковой крыльчатке, используемой в двигателях. Он регламентирует параметры, напрямую влияющие на работоспособность и безопасность изделия: механическую прочность на растяжение и изгиб, термостойкость, сопротивление усталости, балансировку (для минимизации вибраций), химическую стойкость к рабочим средам, а также допуски на геометрию лопастей, определяющие аэродинамическую эффективность [6].

Рис. 2. Качественный анализ стандартов в области аддитивных технологий

Сложившаяся ситуация создает серьезные препятствия для внедрения композитов в строительной отрасли, где эти материалы демонстрируют особый потенциал. Композиты на основе цементных матриц, полимеров и геополимеров позволяют создавать сложные

архитектурные формы с улучшенными эксплуатационными характеристиками. Однако отсутствие унифицированных требований к терминологии, классификации и методам испытаний затрудняет взаимодействие между участниками строительного процесса – от производителей сырья до подрядных организаций и надзорных органов.

Отдельного внимания заслуживает ситуация с полимерными материалами, которые занимают промежуточное положение с 9% стандартов (3 документа). Хотя для пластиков разработано 2 стандарта для широких категорий, этого явно недостаточно для формирования полноценной нормативной базы.

Таким образом, результаты исследования указывают на то, что существующая система стандартизации для композитов в аддитивных технологиях является недостаточной и не соответствует их потенциалу, особенно в строительной сфере. Для решения этой проблемы требуется целенаправленная работа по разработке комплекса основополагающих документов – общих стандартов и стандартов для широких категорий, которые установят единые правила и создадут прочную основу для безопасного и эффективного внедрения композиционных материалов в практику аддитивного строительства.

Проведенный анализ выявил системные несоразмерности в области стандартизации аддитивных технологий в России. Установлено, что нормативная база имеет ярко выраженную непропорциональность: тогда как металлические материалы охвачены комплексной системой стандартов, композиты регулируются фрагментарно и недостаточно.

Особую актуальность эта проблема приобретает в контексте развития аддитивного строительства, где композиты обладают значительным потенциалом. Отсутствие единых нормативных требований затрудняет координацию между участниками производственной цепочки: поставщиками сырья, разработчиками технологий и строительными компаниями. Это приводит к увеличению сроков согласований, усложняет процедуру сертификации и сдерживает внедрение перспективных разработок в строительную практику. Создается правовой вакуум, в котором каждый производитель вынужден разрабатывать собственные технические условия, что препятствует формированию единого отраслевого подхода и масштабированию эффективных решений.

Для устранения выявленных пробелов необходима целенаправленная работа по разработке комплекса основополагающих документов, включая:

– общие стандарты, устанавливающие единые подходы к терминологии и классификации;

– стандарты для широких категорий, регламентирующие базовые требования к композитным материалам;

– методы испытаний и контроля качества для различных групп композитов.

Реализация этих мер создаст прочную нормативную основу для безопасного и эффективного внедрения композиционных материалов в практику аддитивного строительства.

Список литературы

1. Адамцевич А.О. Аддитивное строительное производство: обзор мирового опыта / А.О. Адамцевич, А.П. Пустовар, Л.А. Адамцевич // Промышленное и гражданское строительство. – 2023. – № 12. – С. 83–97.
2. ГОСТ Р 57547–2017 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. – Введ. 2019-01-01. – М.: Стандартинформ, 2017. – 20 с.
3. ГОСТ Р 59100–2020. Пластмассы. Филаменты для аддитивных технологий. Общие технические требования. – Введ. 2021-07-01. – М.: Стандартинформ, 2020. – 16 с.
4. ГОСТ Р 59131–2020. Изделия фигурные из алюминиевых сплавов. Общие технические условия. – Введ. 2021-07-01. – М.: Стандартинформ, 2020. – 18 с.
5. ГОСТ Р 71186–2023. Композиции металлопорошковые из титановых сплавов. Общие технические условия. – Введ. 2024-09-01. – М.: Стандартинформ, 2023. – 24 с.
6. ГОСТ Р 71317–2024. Крыльчатки двигателя пластмассовые, изготовленные методом селективного лазерного спекания. – Введ. 2025-03-01. – М.: Стандартинформ, 2024. – 14 с.
7. Москвина Ю.Н. Вопросы стандартизации аддитивных технологий в строительстве / Ю.Н. Москвина // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». – 2023. – № 4 (20). – С. 23–27.

8. Чаганов А.Б. Применение технологии 3D-печати в строительстве: современные методы, материалы и оптимизация производственных процессов / А.Б. Чаганов, В.А. Леонтьев // Наука и образование: научный журнал. – 2023. – № 4. – С. 45–52.

References

1. Adamtsevich A.O. Additive construction production: a review of global experience, A.O. Adamtsevich, A.P. Pustovar, and L.A. Adamtsevich, Industrial and civil construction, 2023, No. 12. Pp. 83–97.
2. GOST R 57547–2017. Additive technological processes. Basic principles. Introduction. 2019-01-01. – M.: Standartinform, 2017, 20 p.
3. GOST R 59100–2020. Plastics. Filaments for additive technologies. General technical requirements. Introduction. 2021-07-01. – M.: Standartinform, 2020, 16 p.
4. GOST R 59131–2020. Figured products made of aluminum alloys. General technical conditions. Introduced. 2021-07-01. – Moscow: Standartinform, 2020, 18 p.
5. GOST R 71186–2023. Metal powder compositions made of titanium alloys. General technical conditions. Introduced. 2024-09-01. – Moscow: Standartinform, 2023, 24 p.
6. GOST R 71317–2024. Plastic impellers of the engine made by the method of selective laser sintering. Introduction. 2025-03-01. – Moscow: Standartinform, 2024, 14 p.
7. Moskvina Yu. N. Issues of Standardization of Additive Technologies in Construction / Yu.N. Moskvina // Bulletin of Tver State Technical University. Series "Construction. Electrical Engineering and Chemical Technologies". – 2023. – No. 4 (20). – Pp. 23–27.
8. Chaganov, A. B. Application of 3D Printing Technology in Construction: Modern Methods, Materials, and Optimization of Production Processes / A.B. Chaganov, V.A. Leontiev // Science and Education: Scientific Journal. – 2023. – No. 4. – Pp. 45–52.

Для цитирования
Василенко Д.В., Чуйков С.С. Анализ актуальности и направления развития стандартов на токарные проходные резцы со сменными многогранными пластинами / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 638–643.

УДК 006.74

АНАЛИЗ АКТУАЛЬНОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СТАНДАРТОВ НА ТОКАРНЫЕ ПРОХОДНЫЕ РЕЗЦЫ СО СМЕННЫМИ МНОГОГРАННЫМИ ПЛАСТИНАМИ

Василенко Д.В., *аспирант, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень, Россия*
Чуйков С.С., *канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень, Россия*

В статье проведен анализ состояния и актуальности действующих стандартов на токарные проходные резцы со сменными многогранными пластинами (СМП). Показано, что значительная часть современных конструкций пластин, применяемых в промышленности, выходит за рамки существующих ГОСТ и ISO, не учитывающих сложнопрофильные, многоступенчатые и комбинированные формы. На основе обзора 18 отечественных научных источников выявлены основные направления несоответствий и предложены пути обновления нормативной базы. Рекомендованы расширение геометрической классификации пластин, стандартизация гибридных материалов и гармонизация отечественных требований с международными стандартами ISO. Представленные выводы отражают необходимость системного пересмотра нормативов в целях повышения конкурентоспособности и унификации современного режущего инструмента.

Ключевые слова: токарные резцы, сменные многогранные пластины, СМП, инструментальная геометрия, профильные кромки, стандартизация.

ANALYSIS OF THE RELEVANCE AND DIRECTION OF DEVELOPMENT OF STANDARDS FOR TURNING CUTTING TOOLS WITH REPLACEABLE POLYHEDRAL PLATES

Vasilenko D.V., *postgraduate student, Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia*
Chuikov S.S., *Candidate of Technical Sciences, Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia*

The article analyzes the status and relevance of the current standards for turning cutting tools with replaceable polyhedral plates (SMP). It is shown that a significant part of modern plate designs used in industry go beyond the existing GOST and ISO standards, which do not take into account complex profile, multistage and combined shapes. Based on a review of 18 domestic scientific sources, the main areas of inconsistencies have been identified and ways to update the regulatory framework have been proposed. It is recommended to expand the geometric classification of plates, standardize hybrid materials, and harmonize domestic requirements with international ISO standards. The presented conclusions reflect the need for a systematic review of standards in order to increase competitiveness and unify modern cutting tools.

Keywords: turning tools, replaceable polyhedral plates, tool geometry, profile edges, standardization.

Введение

Современное развитие металлообрабатывающих технологий характеризуется переходом к высокопроизводительным методам резания, в которых центральную роль играют сборные

токарные инструменты со сменными многогранными пластинами (СМП). Использование таких инструментов обеспечивает гибкость технологического процесса, стабильность геометрии режущей части и повышение точности обработки. Однако стремительное усложнение конструкций СМП, внедрение профильных, многоступенчатых и комбинированных решений в значительной мере опередили действующие стандарты ГОСТ и ISO, которые, по сути, продолжают опираться на геометрию и классификацию, разработанные еще в конце XX века.

В результате наблюдается несоответствие между фактическим состоянием индустриального рынка и нормативной базой: промышленные предприятия и исследовательские организации активно применяют и разрабатывают пластины, формы которых невозможно корректно описать в существующей системе обозначений. Это создает методические и практические трудности при выборе инструмента, проектировании оснастки и оценке эксплуатационных свойств.

Основная проблематика статьи

Стандарты ISO 1832 и ГОСТ 25471 определяют форму, размеры, углы и обозначения сменных многогранных пластин на основе параметров вершинного угла, радиуса при вершине и формы профиля (ромбическая, квадратная, треугольная и т. д.). Такой подход был полностью достаточен на этапе, когда большинство пластин имело простую линейную или дуговую геометрию режущей кромки и фиксированные углы.

На практике же сегодня используется широкий спектр новых решений (рис. 1): профильные и лекальные кромки, дискретные и многоступенчатые формы, комбинированные фаски, усиленные режущие зоны, специальные посадочные места и гибридные компоновки. При этом стандарты не содержат положений, описывающих многопрофильные поверхности, локальные радиусы сопряжений и параметры микрогеометрии. Это приводит к тому, что многие современные пластины, представленные в каталогах ведущих производителей, не могут быть корректно закодированы по ГОСТ/ISO, а промышленные обозначения («SF», «PF», «EF» и др.) приобретают полустандартный характер.

Рис. 1. Пример современных и стандартных сменных многогранных пластин; на рисунке слева – современные, справа – стандартные

Обзор научных публикаций показывает, что значительная часть исследовательских и практических решений выходит за рамки существующих нормативов.

Так, в своей статье Михайлов рассматривает проектирование сложнопрофильных и комбинированных пластин для обработки жаропрочных сплавов [1], [2]. Он обосновывает преимущества 2D/3D-контуров режущей кромки и усиленных фасок, которые обеспечивают рост стойкости инструмента, однако не имеют соответствующего описания в ISO или ГОСТ.

Реченко исследует влияние геометрии и микропрофиля режущей кромки на процесс резания жаропрочных материалов [3], [9], [13]. Он отмечает, что использование усиленных фасок и переходных поверхностей существенно меняет характер износа и силы резания. ГОСТ

не предусматривает методики учета микрогеометрии (рис. 2), а значит, подобные формы остаются вне стандарта.

Рис. 2. Пример микрогеометрии: сменные многогранные пластины

Хлудов вводит понятие дискретного профиля режущей кромки и демонстрирует преимущества многоступенчатых решений, улучшающих контролируемость стружкообразования (рис. 3) [4]. Подобные формы невозможно описать стандартными параметрами, где предполагаются один радиус вершины и одна сплошная режущая линия.

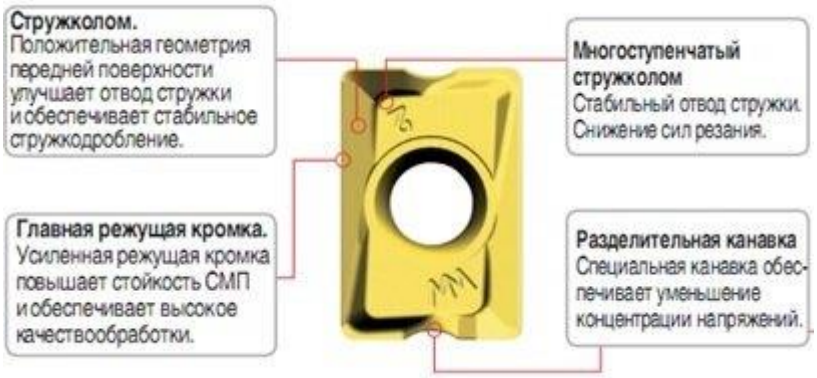


Рис. 3. Современные СМП с улучшенным контролем стружкообразования

Медведев анализирует варианты исполнения первой ступени многоступенчатой пластины и их влияние на стойкость инструмента [5], а Балакиров – технологию восстановления и изменения геометрии твердосплавных пластин [6]. Такие решения фактически создают новые профили, не отраженные в действующих классификаторах.

Борискина рассматривает многовершинные пластины с комбинированной передней поверхностью [7], а Хоменко – прогрессивные конструкции для торцовых фрез с дискретными кромками [11]. Перенос этих решений в токарные операции требует новой системы обозначений, так как существующие формы CNMG, VNMG и др. не позволяют различать такие варианты.

Иванов приводит лабораторные данные по отечественным твердосплавным пластинам (например, CNMG120408-SF4), демонстрируя их отличие от стандартных геометрий [12].

Маркова описывает режущие кромки из сопряженных дуг, а Темпель – комбинированные профили с покрытиями, влияющими на износостойкость [14], [15]. Эти работы подтверждают необходимость учета взаимосвязи геометрии, покрытия и нагрузок – аспектов, отсутствующих в ГОСТ.

Дополнительно анализируются вопросы износа и восстановления ресурса неперетачиваемых пластин [16] и позиционирования режущих элементов [17]. Отмечается,

что точность опорных плоскостей и глубина посадочного кармана напрямую влияют на траекторию резания, а допуски этих элементов недостаточно регламентированы.

Обзорные публикации показывают активное применение custom blanks и near-net форм, производимых под фирменными артикулами [18]. Это подтверждает формирование нового рынка нестандартизированных изделий, требующего нормативного отражения.

Анализ представленных исследований позволяет выделить несколько направлений, по которым современные формы пластин выходят за рамки ГОСТ/ISO:

Профильные и лекальные кромки – использование сложных контуров, составленных из дуг и переходов [14].

Многоступенчатые и дискретные формы – наличие нескольких рабочих кромок с различной геометрией [4], [5].

Комбинированные фаски и задние поверхности – совмещение элементов разных типов для повышения стойкости [10].

Специальные посадочные решения – индивидуальные схемы базирования, обеспечивающие точное позиционирование [17].

Микрогеометрические модификации – изменение микропрофиля и радиусов сопряжений [13].

Фирменные и одноразовые конструкции – пластины, производимые под конкретные условия и не предназначенные для заточки [16], [18].

Для каждой из этих групп целесообразно вводить отдельные описательные параметры: цифровые профили, индексы ступенчатости, обозначения радиусов сопряжений и спецификации посадочных мест. Такой подход позволит адаптировать стандарты к современной практике проектирования и применения СМП.

Современные тенденции показывают необходимость перехода от геометрического описания «формы по контуру» к функционально-цифровому представлению пластины. Перспективными направлениями развития нормативной базы являются:

- введение цифровых параметров профиля, описывающих 2D/3D-контуры режущей кромки и ступеней;
- расширение классификатора форм за счет новых обозначений для многоступенчатых и комбинированных пластин;
- регламентация посадочных элементов и допусков, обеспечивающих взаимозаменяемость;
- интеграция параметров покрытия и геометрии как единой характеристики стойкости;
- создание национальной базы данных профилей СМП в формате CAD-моделей для стандартизированной идентификации;
- разработка рекомендаций по кодированию фирменных и нестандартных решений, чтобы унифицировать обмен данными между производителями и пользователями.

Заключение

Проведенный анализ показывает, что существующая система стандартов на токарные проходные резцы со сменными многогранными пластинами не отражает современные конструктивные и технологические тенденции. Реальные промышленные решения опережают нормативную базу, формируя новые типы геометрии, профилей и функциональных комбинаций, которые невозможно описать средствами ГОСТ/ISO.

Для дальнейшего развития системы стандартизации необходим переход к более гибким цифровым моделям описания формы и функциональных параметров СМП. Это позволит обеспечить соответствие между исследовательскими достижениями, промышленной практикой и нормативными документами, создавая предпосылки для повышения качества обработки, устойчивости инструмента и конкурентоспособности отечественного машиностроения.

Список литературы

1. Михайлов М.И. Анализ точности позиционирования сменных многогранных пластин при базировании их на опорную поверхность и центральное отверстие // Механика и технологии машиностроения. – 2014. – № 1. – С. 48–53.
2. Михайлов С.В. Проектирование и производство сложнопрофильных токарных пластин для обработки жаропрочных сплавов // Современные технологии в машиностроении. – 2015. – № 3. – С. 45–52.
3. Михайлов С.В. Разработка новых конструкций токарных пластин для обработки пластичных материалов на основе моделирования пространственного напряженного состояния // Технология машиностроения. – 2009. – № 5. – С. 57–63.
4. Михайлов С.В. Совершенствование сменных многогранных пластин для обработки жаропрочных сплавов // Технология металлов. – 2017. – № 7. – С. 32–38.
5. Мокрицкий Б.Я. Твердосплавные пластины и покрытия к ним для точения труднообрабатываемых нержавеющих сталей // Вестник машиностроения. – 2022. – № 11. – С. 41–48.
6. Носков Н.В. Технология восстановления ресурса многогранных неперетачиваемых пластин // Современные технологии в машиностроении. – 2020. – № 2. – С. 54–60.
7. Попов А.Ю. Обеспечение вторичного ресурса многогранным твердосплавным пластинам // Механика и технологии машиностроения. – 2016. – № 3. – С. 64–69.
8. Попок Н.Н. Анализ тенденций проектирования инструментальных систем. Часть 1. Термины и системы обозначений режущих пластин, державок и инструментов // Машиностроение и техника. – 2012. – № 6. – С. 17–25.
9. Приписнов Я.А. Современные методы механической обработки композиционных материалов (обзор) // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2018. – № 5. – С. 15–23.
10. Реченко Д.С. Виды износа твердосплавных пластин при лезвийной обработке и методы борьбы с ними // Технология металлов. – 2015. – № 8. – С. 43–49.
11. Реченко Д.С. Исследование геометрии токарных твердосплавных пластин для обработки жаропрочного сплава ХН65МВЮТЛ // Известия вузов. Машиностроение. – 2015. – № 9. – С. 21–26.
12. Сединин И.Н. Выбор марки сплава, покрытия и геометрических параметров режущей пластины для торцевого фрезерования высокоуглеродистой стали // Технология металлов. – 2021. – № 10. – С. 28–34.
13. Ха Н.М. Расчет на прочность сменных режущих пластин при токарной обработке // Современные проблемы машиностроения. – 2021. – № 9. – С. 61–68.
14. Хлудов С.Я. Дискретное представление профиля режущей кромки многоступенчатой режущей пластины // Вестник СамГТУ. Серия «Техника и технологии». – 2018. – № 4. – С. 57–62.
15. Хлудов С.Я. Особенности проектирования многовершинной режущей пластины // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2017. – № 5. – С. 33–40.
16. Хостикоев М.З. Квалиметрия сменных режущих пластин резьбовых резцов // Известия вузов. Машиностроение. – 2005. – № 4. – С. 58–63.
17. Чемезов Д.А. Моделирование процесса точения нержавеющей стали твердосплавной сменной многогранной пластиной // Известия МГТУ «МАМИ». – 2014. – № 2 (20). – С. 72–78.
18. PCD вставки или CVD алмазное покрытие // Интехника. Производственные технологии и инструменты. – 2020. – № 4. – С. 21–25.

References

1. Mikhailov M.I. Analysis of the positioning accuracy of replaceable polyhedral plates when basing them on a support surface and a central hole // Mechanics and technology of mechanical engineering. 2014. No. 1. Pp. 48–53.
2. Mikhailov S.V. Design and manufacture of complex turning plates for processing heat-resistant alloys // Modern technologies in mechanical engineering. – 2015. – No. 3. – Pp. 45–52.
3. Mikhailov S.V. Development of new designs of turning plates for processing plastic materials based on modeling of spatial stress state // Technology of mechanical engineering. – 2009. – No. 5. – Pp. 57–63.
4. Mikhailov S.V. Improvement of replaceable polyhedral plates for processing heat-resistant alloys // Technology of metals. 2017. No. 7. Pp. 32–38.
5. Mokritskiy B.Ya. Carbide plates and coatings for turning hard-to-process stainless steels // Bulletin of Mechanical Engineering. – 2022. – No. 11. – Pp. 41–48.
6. Noskov N.V. Technology of resource recovery of polyhedral non-sharpenable plates // Modern technologies in mechanical engineering. 2020. No. 2. Pp. 54–60.
7. Popov A.Y. Providing a secondary resource for multifaceted carbide plates // Mechanics and technology of mechanical engineering. – 2016. – No. 3. – Pp. 64–69.
8. Popok N.N. Analysis of trends in the design of instrumental systems. Part 1. Terms and systems of designations of cutting plates, holders and tools // Mechanical engineering and engineering. – 2012. – No. 6. – Pp. 17–25.
9. Ascribnov Ya.A. Modern methods of mechanical processing of composite materials (review) // Engineering Journal: science and innovation. – 2018. – No. 5. – Pp. 15–23.
10. Rechenko D.S. Types of wear of carbide plates during blade processing and methods of combating them // Technology of metals. 2015. No. 8. Pp. 43–49.

11. Rechenko D.S. Investigation of the geometry of turning carbide plates for processing heat—resistant alloy KHN65MVUTL // Izvestiya vuzov. Mechanical engineering. – 2015. – No. 9. – Pp. 21–26.
12. Sedinin I.N. The choice of alloy grade, coating and geometric parameters of the cutting plate for end milling of high-carbon steel // Technology of metals. – 2021. – No. 10. – Pp. 28–34.
13. Ha N.M. Calculation of the strength of replaceable cutting plates during turning // Modern problems of mechanical engineering. – 2021. – No. 9. – Pp. 61–68.
14. Khludov S.Ya. Discrete representation of the profile of the cutting edge of a multistage cutting plate // Bulletin of SamSTU. The series "Engineering and technology". – 2018. – No. 4. – Pp. 57–62.
15. Khludov S.Ya. Design features of a multi-vertex cutting plate // Scientific and Technical Bulletin of St. Petersburg State University. – 2017. – No. 5. – Pp. 33–40.
16. Hostikoev M.Z. Qualimetry of replaceable cutting plates of threaded cutters // Izvestiya vuzov. Mechanical engineering. 2005. No. 4. Pp. 58–63.
17. Chemezov D.A. Modeling of the turning process of stainless steel with a carbide replaceable polyhedral plate // Izvestiya MSTU "MAMI". – 2014. – № 2 (20). – Pp. 72–78.
18. PCD inserts or CVD diamond coating // Intechnika. Production technologies and tools. – 2020. – No. 4. – Pp. 21–25.

Для цитирования
Глущенко Е.А., Кислинская Л.Ю. Методологический подход к управлению качеством сжиженного природного газа на основе интеграции статистического и нейросетевого анализа / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 644–648.

УДК 658.518.3:061.3+665.725

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ СТАТИСТИЧЕСКОГО И НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА

Глущенко Е.А., *аспирант РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Россия, г. Москва*
Кислинская Л.Ю., *канд. техн. наук, доцент, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Россия, г. Москва*

Предложен комплексный методологический подход к управлению качеством сжиженного природного газа (СПГ) на всех этапах его жизненного цикла. Подход интегрирует методы математической статистики, регрессионного и кластерного анализа, метод TOPSIS для многокритериальной оценки, а также нейросетевое моделирование для прогнозирования изменений ключевых показателей качества. Подход визуализирован через программный комплекс, автоматизирующий расчеты, и позволяет управлять процессом обеспечения и поддержания необходимого уровня качества СПГ.

Ключевые слова: сжиженный природный газ, управление качеством, стандартизация, нейросетевое моделирование, прогнозирование, кластерный анализ, TOPSIS.

METHODOLOGICAL APPROACH TO MANAGING THE QUALITY OF LIQUEFIED NATURAL GAS BASED ON THE INTEGRATION OF STATISTICAL AND NEURAL NETWORK ANALYSIS

Glushchenko E.A., *postgraduate student, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Moscow, Russia*
Kislinskaya L.Yu., *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Moscow, Russia*

A comprehensive methodological approach to managing the quality of liquefied natural gas (LNG) at all stages of its life cycle is proposed. The approach integrates methods of mathematical statistics, regression and cluster analysis, the TOPSIS method for multicriteria assessment, and neural network modeling for predicting changes in key quality indicators. A software package has been developed that automates calculations and visualization of results and allows to manage the process of ensuring and maintaining the required level of LNG quality.

Keywords: liquefied natural gas, quality management, standardization, neural network modeling, forecasting, cluster analysis, TOPSIS.

Рост производства СПГ в России до 34,7 млн тонн в 2024 году и планы по увеличению объемов до 90–105 млн тонн к 2030 году требуют решения системных проблем в области стандартизации и метрологического обеспечения [3].

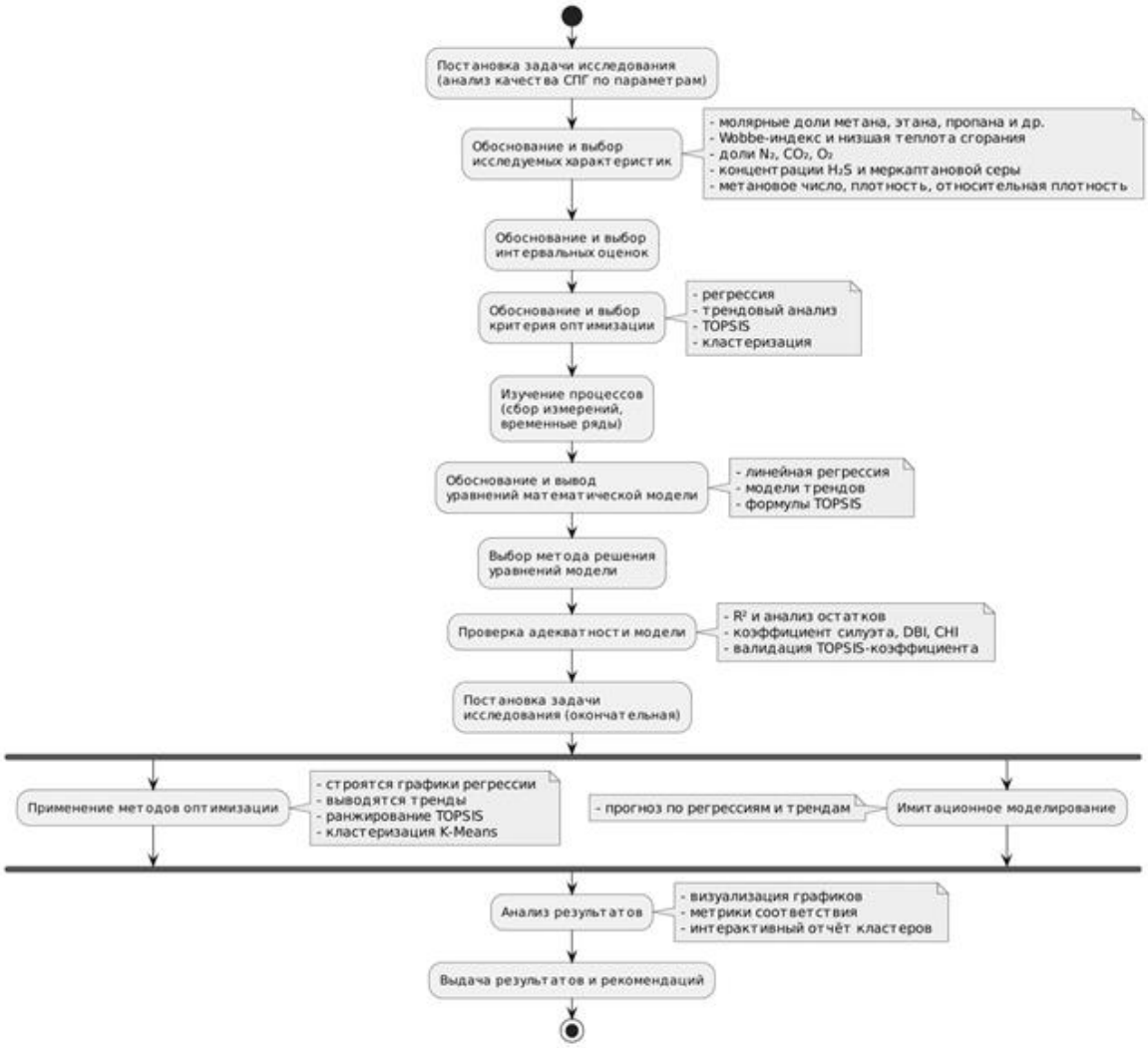
Существующие документы технического регулирования и стандартизации (ТР ЕАЭС 046/2018, ГОСТ Р 57431–2017, ISO 23306:2020) содержат показатели качества СПГ [2, 4, 5], но методики оперативного прогнозирования изменений компонентного состава все еще нет. Это приводит к необходимости проведения длительных и неоднократных лабораторных исследований – до 72 часов – для получения полной характеристики продукта.

Отсутствие гармонизированных методов отбора проб и анализа газовой и жидкой фаз создает метрологическую неточность при переходе между контрольными точками. Накопление

производственных данных не обеспечивает прогнозирования качества СПГ с учетом динамично меняющихся условий из-за отсутствия математических моделей, учитывающих технологические параметры процессов.

На каждом этапе жизненного цикла газ подвергается различным физико-химическим воздействиям, влияющим на его состав, плотность, температуру, давление, концентрацию углеводородов и других компонентов. Изменчивость показателей качества СПГ говорит о необходимости создания комплексного методологического подхода, обеспечивающего активный и предиктивный контроль качества. Разработанная методология основана на принципах системного и многокритериального анализа и включает: унификацию контрольных точек со стандартизацией методов измерений и применение взаимодополняющих аналитических методов, автоматизацию процессов сбора и обработки данных, статистический анализ для оценки стабильности процессов, регрессионное моделирование для установления количественных зависимостей, нейросетевое прогнозирование динамики изменения состава, многокритериальную оценку с выводом рекомендаций и прогнозов.

Схема методологического подхода представлена на рисунке.



Блок-схема методологического подхода к управлению качеством СПГ

Выбор контрольных точек отбора проб СПГ обуславливается спецификой процессов, происходящих в течение жизненного цикла продукта. Контрольные точки должны быть установлены таким образом, чтобы на каждом этапе можно было получить наиболее полную и точную информацию о состоянии качества газа и спрогнозировать возможные отклонения, где они смогут отражать изменения качества газа в условиях реальной эксплуатации: например, при производстве – в потоке

процесса сжижения, на этапе транспортировки – в местах подключения трубопроводов и резервуаров для хранения.

На различных этапах жизненного цикла СПГ должны контролироваться разные показатели: например, на этапе сжижения необходимо контролировать температуру и давление с целью исключения возможности утечек, а на стадии транспортировки наиболее важны плотность и состав газа, на которые влияет изменение температуры. В таких случаях необходимо учитывать влияние окружающей среды в ходе проведения измерений и выбирать места, где показания средств измерения будут объективны.

Комплексный подход к выбору контрольных точек и установлению требований к измерениям – первый шаг к обеспечению высокого качества СПГ.

Следующим фундаментальным принципом методологического подхода является получение сопоставимых и метрологически обоснованных данных о компонентном составе на всех этапах жизненного цикла СПГ, независимо от агрегатного состояния продукта в точке отбора. Для точек отбора газообразной фазы (сырьевой газ, осушенный и очищенный газ, подготовленный газ, отпарной газ) отбор проб проводится по ГОСТ 31370–2020 (ISO 6974-1:2012) с использованием калиброванных пробоотборников, обеспечивающих сохранение давления и представительности состава: анализ компонентного состава выполняется на аттестованных газовых хроматографах по ГОСТ 31371.6–2008 (ISO 6974-6:2002). Суммарная стандартная относительная неопределенность определения молярных долей CH_4, C_2H_6, C_3H_8, N_2, CO_2 не превышает 1%.

Для точки отбора жидкой фазы (СПГ) отбор проб осуществляется специализированными криогенными пробоотборниками по ГОСТ 56719–2015 (ISO 8943:2007, неэквивалентен) с обеспечением минимального теплопритока.

Сопоставимость обеспечивается благодаря тому, что отобранная проба СПГ подвергается полной регазификации по ГОСТ 56719–2015 при контролируемом нагреве и атмосферном давлении с последующей выдержкой регазифицированного газа [1]. Полученный регазифицированный газ анализируется теми же методами газовой хроматографии по ГОСТ 31371.6–2008, что и пробы, взятые в других контрольных точках, что гарантирует методическую идентичность определения состава.

Суммарная стандартная относительная неопределенность для основных компонентов после регазификации не превышает 1,2% (увеличение обусловлено дополнительными технологическими операциями).

Таким образом, после определения расположения контрольных точек для последующего анализа получаем 5 таблиц (по количеству этапов жизненного цикла), содержащих номер контрольной точки, фазовое состояние пробы (газообразная или СПГ), дату отбора проб, анализ показателей качества в зависимости от стандартов, уровень неопределенности.

Одни из показателей качества газа – плотность и теплота сгорания – влияют на эффективность использования СПГ как источника энергии и его транспортировку. Наличие примесей, преимущественно углекислого газа и сероводорода, и содержание метана определяют энергетическую ценность газа. Между каждым из параметров существует определенная зависимость, которая влияет на анализ и прогнозирование состояния газа.

Очистка газа влияет на его плотность: чем больше содержание таких компонентов, как пропан, бутан и т.д., тем выше плотность газа. Благодаря повышению чистоты газа за счет удаления тяжелых углеводов становится возможным проводить точный расчет процессов сжижения и хранения.

Газ с высокой плотностью обычно обладает большей теплотой сгорания, так как содержит больше углеводородов с высокой энергетической ценностью. Однако в процессе подготовки удаление тяжелых углеводородов может снизить плотность, поэтому важно, чтобы это не привело к резкому уменьшению теплоты сгорания.

Метановое число газа непосредственно влияет на его теплоту сгорания. Чем выше содержание метана, тем выше его энергетическая ценность, поскольку метан является наиболее энергоемким компонентом природного газа. Примеси, такие как углекислый газ и азот, снижают и метановое число, и теплоту сгорания. Поэтому процесс очистки газа, направленный на увеличение метанового числа, способствует улучшению его энергетических характеристик и повышает эффективность сжижения.

Газ с большей плотностью требует более низкой температуры для сжижения, поскольку молекулы тяжелых компонентов взаимодействуют сильнее, что увеличивает потребность в охлаждении. Для эффективного перехода газа в жидкое состояние важно точно контролировать его плотность и температуру кипения.

Выявление количественных зависимостей между показателями СПГ открывает возможности для применения статистических методов контроля.

Корреляционный анализ используется для вычисления взаимосвязи между различными показателями – можно оценить влияние содержания метана на теплоту сгорания или связь плотности газа с его температурой.

Корреляционный анализ помогает выявить ключевые зависимости между параметрами и прогнозировать, как изменение одного параметра может повлиять на другой. Если корреляция между содержанием метана и теплотой сгорания высока, то увеличение содержания метана приведет к ее повышению.

Регрессионный анализ используется для построения моделей, которые предсказывают качество СПГ на основе независимых переменных, таких как температура, давление или содержание примесей.

Многокритериальный анализ используется для агрегирования множества критериев в один интегральный показатель качества, что позволяет оценивать качество сырья. Одним из популярных методов многокритериального анализа является метод TOPSIS, который оценивает альтернативы на основе их близости к идеальному решению и удаленности от наихудшего.

Многокритериальный анализ помогает принимать обоснованные решения на основе нескольких факторов, таких как плотность, теплота сгорания и содержание примесей. С помощью этого метода можно сравнить различные партии газа и выбрать ту, которая имеет наилучшие показатели по необходимым заказчику критериям.

Кластерный анализ используется для группировки данных по схожести с целью выделения типичных режимов работы и обнаружения аномальных данных (нарушения в процессе) и помогает выявить группы данных, соответствующих разным режимам работы оборудования. Например, если данные о содержании метана на определенном этапе производства образуют отдельный кластер, это может указывать на проблемы с очисткой газа.

Нейросетевой анализ используется для прогнозирования качества СПГ с помощью нейронных сетей, которые могут выявлять сложные нелинейные зависимости между параметрами. Среди таких зависимостей, например, влияние температуры и давления на теплоту сгорания газа, что делает их особенно полезными для задач прогнозирования. Нейронная сеть может быть обучена на данных о содержании метана, плотности и температуре для прогнозирования теплотворной способности.

Нейросетевой анализ позволяет учитывать зависимости, которые сложно выявить с помощью традиционных методов, и повышает точность прогнозов. Использование этих методов анализа в системе многокритериального анализа параметров СПГ имеет несколько ключевых преимуществ, которые позволяют достичь более точных информативных и всесторонних результатов.

Включение различных подходов и техник анализа помогает охватить различные аспекты данных, минимизировать возможные ошибки и улучшить точность прогнозирования и оптимизации процессов.

Каждый метод анализа имеет свои особенности и области применения. Методы многокритериального анализа позволяют объединить несколько критериев, таких как плотность, теплота сгорания, содержание примесей, в единый интегральный показатель качества. Это дает возможность не только оценить параметры газа в контексте нескольких критериев, но и принять обоснованные решения по оптимизации технологических процессов.

Регрессионный анализ позволяет выявить количественные зависимости между различными факторами и показателями качества газа. Корреляционный анализ дает представление о том, какие параметры тесно взаимосвязаны, что помогает выявить закономерности и делать выводы о возможных причинах отклонений.

Статистические методы могут быть чувствительны к выбросам и недостаточной выборке, и это может привести к искаженному результату. При комбинации нескольких методов анализа можно минимизировать эти риски.

Когда данные проходят через несколько аналитических этапов – сначала через предобработку для устранения выбросов, затем через статистический анализ, а затем через многокритериальное принятие решений или нейронные сети, – риск ошибок сводится к минимуму. Это позволяет повысить достоверность получаемых результатов, так как каждый метод компенсирует возможные слабые места другого.

Методы нейронных сетей и машинного обучения позволяют учитывать сложные, нелинейные зависимости между входными и выходными параметрами и повысить точность прогнозирования и выявления скрытых (не всегда явных) взаимосвязей.

Использование разнообразных методов анализа позволяет системе гибко адаптироваться к различным типам данных и изменениям в производственном процессе. Методы кластеризации могут помочь сегментировать данные по типам процессов или состояниям газа, выявляя аномалии и отклонения, которые могут требовать внимания. Методы машинного обучения позволяют переобучить

нейронную сеть на новых данных, что позволит системе адаптироваться к изменениям в процессе сжижения и обеспечивать актуальные прогнозы.

Кроме того, когда система использует несколько методов анализа, она может адаптироваться к новым данным, в том числе при добавлении новых этапов технологического процесса или новых типов данных. Это повышает универсальность системы и позволяет ей работать с различными источниками.

Используя различные методы для получения интегрального показателя качества, система может предлагать оптимальные рекомендации по изменениям в технологическом процессе для улучшения качества газа.

Список литературы

1. ГОСТ Р 56719–2015 Газ горючий природный сжиженный. Отбор проб. – М.: Стандартинформ. – 2019.
2. ГОСТ Р 57431–2017 Газ природный сжиженный. Общие характеристики [электронный ресурс]. – URL:https://docs.cntd.ru/document/1200144948?ysclid=ls34fxkqqg210766903 (дата обращения: 01.02.2024).
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12.04.2025 № 908-р «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2050 года» [электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1312459681?ysclid=mbmjktlctq38783567.
4. Технический регламент Евразийского экономического союза 046/2018 «О безопасности газа горючего природного, подготовленного к транспортированию и (или) использованию». Принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 14 сентября 2018 года № 74. ЭФ НТИ и НПИ «Кодекс». [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/551516260. – (дата обращения: 19.06.2022).
5. ISO 23306:2020 Specification of liquefied natural gas as a fuel for marine applications [электронный ресурс]. – URL: https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af54888c-2a45-44b7-b710-a8e8649b74c4/iso-23306-2020. (дата обращения: 01.02.2024).

References

1. GOST R 56719–2015 Combustible natural liquefied gas. Sampling. – M.: Standartinform. – 2019.
2. GOST R 57431–2017 Liquefied natural gas. General characteristics [online]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200144948?ysclid=ls34fxkqqg210766903 (accessed: 01.02.2024).
3. Decree of the Government of the Russian Federation No. 908-r of April 12, 2025 "On the Approval of the Energy Strategy of the Russian Federation for the Period until 2050" [online]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1312459681?ysclid=mbmjktlctq38783567.
4. Technical Regulations of the Eurasian Economic Union 046/2018 "On the safety of combustible natural gas prepared for transportation and (or) use". Adopted by the Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission No. 74 of September 14, 2018. EF NTI and NPI "Kodeks". [Online]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/551516260. – (Accessed: 19.06.2022).
5. ISO 23306:2020 Specification of liquefied natural gas as a fuel for marine applications [online]. – URL: https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/af54888c-2a45-44b7-b710-a8e8649b74c4/iso-23306-2020. (accessed: 01.02.2024).

Для цитирования
Дивин А.Г., Гайнутдинова С.С., Буданцева Е.Г., Брыксина В.В. Повышение качественных характеристик плодов яблони при определении степени зрелости с помощью применения гиперспектральной камеры / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 649–654.

УДК 658.562

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОДОВ ЯБЛОНИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СТЕПЕНИ ЗРЕЛОСТИ С ПОМОЩЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ КАМЕРЫ

Дивин А.Г., *д-р техн. наук, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Россия, г. Тамбов*
Гайнутдинова С.С., *канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Россия, г. Тамбов*
Буданцева Е.Г., *студент ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Россия, г. Тамбов*
Брыксина В.В., *студент ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Россия, г. Тамбов*

В статье предложен неразрушающий метод контроля зрелости яблок на основе гиперспектрального анализа. В эксперименте установлена корреляция между спектральными характеристиками плодов и степенью их зрелости по йодкрахмальной пробе. Выявлены спектральные маркеры зрелости. Результаты подтверждают возможность автоматизированного определения оптимальных сроков сбора урожая, что приведет к повышению качества потребительских характеристик.

Ключевые слова: гиперспектральный анализ, яблоки, степень зрелости, потребительские характеристики, йодкрахмальная проба, спектры.

IMPROVING QUALITY CHARACTERISTICS APPLE FRUITS IN DETERMINING THE DEGREE OF MATURITY USING A HYPERSPECTRAL CAMERA

Divin A.G., *Doctor of Technical Sciences, Tambov State Technical University, Tambov, Russia*
Gainutdinova S.S*., Candidate of Technical Sciences, Tambov State Technical University, Tambov, Russia*
Budantseva E.G*., student of Tambov State Technical University, Tambov, Russia*
Bryksina V.V*., student of Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

The article proposes a non-destructive method of apple maturity control based on hyperspectral analysis. In the experiment, a correlation was established between the spectral characteristics of fruits and their degree of maturity according to the iodine starch test. Spectral markers of maturity have been identified. The results confirm the possibility of automated determination of optimal harvest dates, which will lead to an improvement in the quality of consumer characteristics.

Keywords: Hyperspectral analysis, apples, degree of maturity, consumer characteristics, iodine starch sample, spectra.

Агропромышленный комплекс России – ключевая государственная сфера, объединяющая более 60 отраслей, связанных с производством и переработкой сельхозпродукции. Продовольственный рынок – важный сектор экономики и элемент национальной и техногенной безопасности, обеспечивающий независимость и здоровье населения [1].

Важным направлением АПК является выращивание яблок. Перед закладкой на хранение и продажей каждая партия яблок проходит обязательный контроль качества. Требования к состоянию плодов определяются сортом, цветовой группой и дальнейшим назначением. Эти критерии установлены в нормативных документах: ГОСТ 34314–2017, ГОСТ Р 50528–93, ГОСТ 27819–88, а также в ТР ТС 021/2011, поскольку яблоки относятся к пищевой продукции. Дополнительно рекомендуется соблюдать стандарты, принятые в странах Таможенного союза и СНГ.

Оптимальные сроки сбора яблок определяются по совокупности различных критериев, одними из которых являются биохимические параметры, например количественное содержание хлорофилла, крахмала и др.; можно выделить три основные степени зрелости плодов: съемная, техническая и потребительская.

Одним из методов определения степени зрелости яблока является йодкрахмальная проба. При нанесении раствора йода на разрез плода наблюдается синее окрашивание мякоти в результате реакции йода с крахмалом (рис.1).

Интенсивность этой реакции служит прямым показателем степени зрелости по специальной шкале. В зависимости от балла йодкрахмальной пробы принимается решение о целесообразности длительного хранения или реализации яблок потребителю [2].

Рис. 1. Оценивание содержания крахмала по 8-балльной шкале

Своевременный сбор яблок при оптимальной зрелости и их оперативная закладка на хранение критически важны для сохранения качества продукции. Это создает предпосылки для внедрения систем машинного зрения, способных классифицировать яблоки по степени зрелости и другим параметрам, влияющим на лежкость и потребительские свойства. Для большей части овощей и плодов считается характерным процесс расщепления хлорофилла, а также синтез каротиноидов по мере их созревания. Поэтому зависимости спектральных кривых плодов одного сорта являются аналогичными, а отличия выявляются в абсолютных значениях коэффициента отражения только в видимой области [3].

В ходе исследования по разработке неразрушающего метода контроля зрелости яблок был проведен эксперимент по установлению корреляции между спектральными характеристиками плодов и их степенью зрелости. В рамках эксперимента 16.09.2025 на агрофирме «Тамбовское яблоко» (Тамбовский муниципальный округ Тамбовской области) были отобраны 40 яблок сорта «Лигол».

а) б)

Рис. 2. Подготовка эксперимента: а) в полевых условия; б) в лаборатории

Для создания эталона сравнения использовалась йодкрахмальная проба с оценкой по 10-балльной шкале, что позволило зафиксировать степень зрелости каждого образца – от максимального содержания крахмала до его полного отсутствия.

На следующем этапе образцы исследовались с помощью гиперспектральной камеры SPECIM FX10, которая проводила линейное сканирование в диапазоне 400–1000 нм по 224 каналам.

а) б)

Рис. 3. Определение степени зрелости методом йодкрахмальной пробы (а, б)

Для обеспечения стабильных условий использовалось искусственное освещение галогенными лампами, а спектры регистрировались с различных участков поверхности яблока.

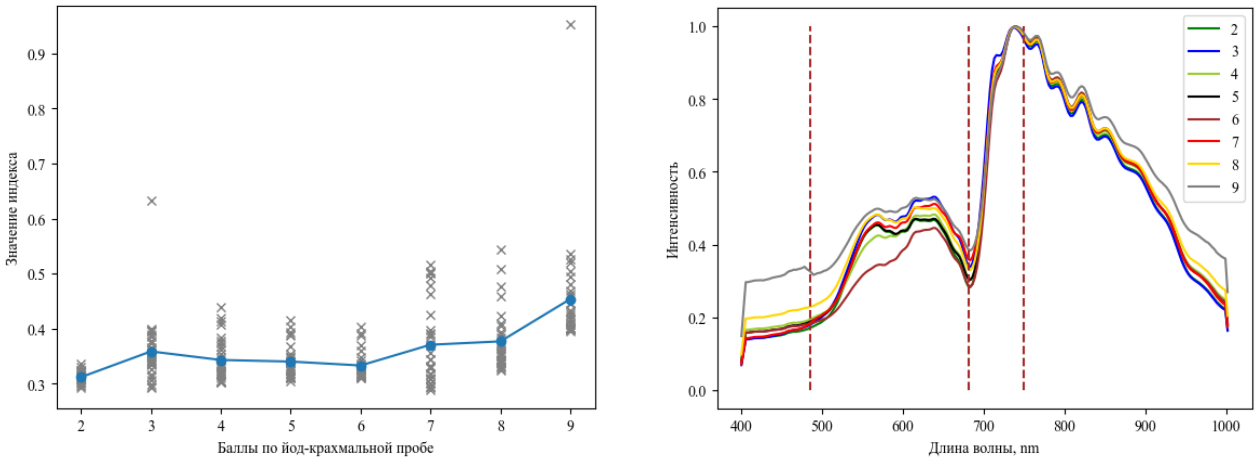
а) б)

Рис. 4. Процесс проведения исследования студентами (а, б)

В результате была получена база спектральных данных, соответствующих разным стадиям зрелости. Анализ выявил четкие закономерности: по мере снижения концентрации крахмала в спектрах наблюдались системные изменения. Ключевыми маркерами зрелости стало увеличение отражаемого излучения на длинах волн 485 и 678 нм, связанное с разрушением хлорофилла [4], что позволяет использовать индекс хлорофилла $(R_{678}-R_{485})/R_{750}$ [5] в качестве предиктора в моделях машинного обучения.

Построенные графики показали, что каждой степени созревания соответствует уникальная спектральная сигнатура (рис. 5). Эксперимент подтвердил возможность создания математической модели для неразрушающей оценки зрелости плодов, что перспективно для автоматизации сортировки и определения сроков сбора урожая.

В проводимом эксперименте предложено решение существующей проблемы обеспечения качества яблок, поставляемых на хранение, а впоследствии – потребителю, с помощью спектрального анализа. Анализ выполняется с использованием камеры, работающей на основе обработки гиперспектральных изображений, получаемых системой технического зрения в видимом и инфракрасном диапазонах оптического излучения.



а) б)

Рис. 5. Индекс хлорофилла (а) и спектрограммы в зависимости от балла йодкрахмальной пробы (б)

Метод главных компонент позволил определить векторы собственных значений, позволяющих объяснять дисперсию исходных данных в зависимости от категории объекта. При этом первые три вектора (компоненты) объяснили исходную дисперсию на 97,8% (см. рис. 6), что подтверждает результативность использования гиперспектральных камер для определения степени зрелости плодов.

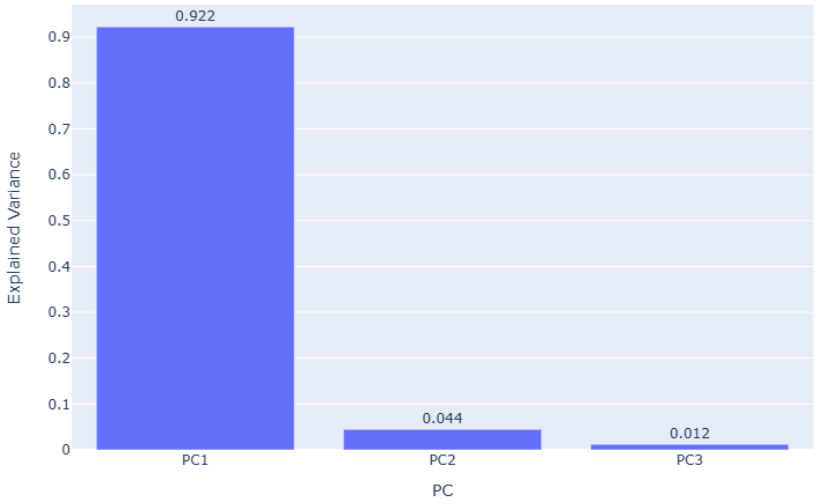


Рис. 6. Вклад первых трех компонент PC1, PC2, PC3 в объяснение исходной дисперсии данных

С целью определения возможности применения мультиспектральных камер для автоматической классификации яблок по степени зрелости в каждом собственном векторе первых трех главных компонент были выделены длины волн, интенсивность отраженного излучения на которых оказывает наибольшее влияние на эффективность классификации. При этом модуль собственного значения будет соответствовать локальному экстремуму кривой нагрузки. Таким образом, были получены значения длин волн 486.4, 551.2, 686.2, 751 и 967 нм.

Исходная выборка, состоящая из 200 размеченных спектральных зависимостей, была поделена на обучающую и контрольную выборки в соотношении 0,75/0,25. Данные выборки использовались при обучении и проверке моделей машинного обучения, таких как: линейный дискриминантный анализ (ДА) [5, 6], методы случайного леса (СЛ), логистической регрессии (ЛР) и ближайших соседей (БС).

На рисунках 7, 8, 9 и 10 показаны матрицы классификации, полученные с применением указанных выше методов для контрольных выборок, из которых следует, что все модели уверенно работают для предсказания категорий яблок, соответствующих второму, шестому и девятому баллу шкалы йодкрахмальной пробы. Для остальных категорий характерны ошибки, которые вызваны, возможно, субъективными восприятиями экспертов при назначении балла йодкрахмальной пробы.

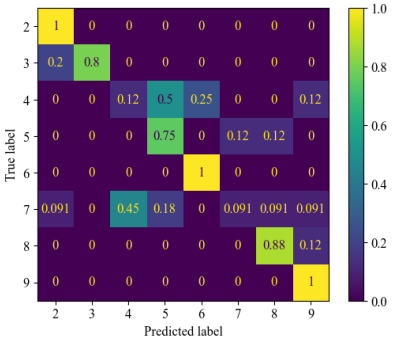


Рис. 7. Матрица для классификации для метода ДА

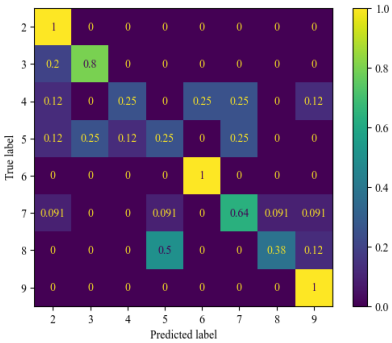


Рис. 8. Матрица для классификации для метода СЛ

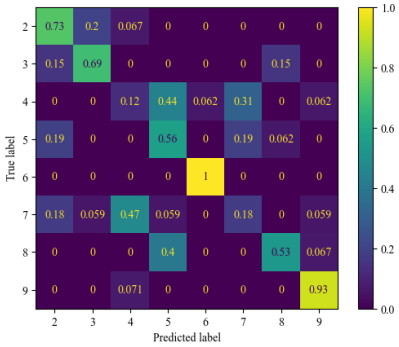


Рис. 9. Матрица для классификации для метода ЛР

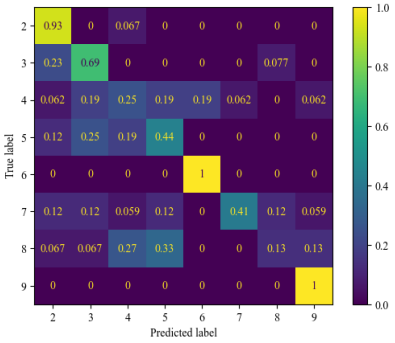


Рис. 10. Матрица для классификации для метода БС

При этом средняя метрика качества классификации f1-score для применяемых методов о казалась равна соответственно 0,6; 0,62; 0,56 и 0,57, что позволяет сделать вывод о предпочти тельности выбора дискриминантного анализа и метода случайного леса для классификации я блок по категориям йодкрахмальной пробы и степени зрелости.

Благодаря решению данной проблемы открывается перспектива обеспечения более длительного хранения яблок с уменьшением потерь качества, что позволит повысить имидж российского плодового подкомплекса АПК и его конкурентоспособность на мировом рынке.

Список литературы

1. Татаров Е.Б., Морозова Н.Б. Агропромышленный комплекс России: современное состояние и тенденции развития // Международный научный журнал «Символ науки». 2024. № 4-2-1. С. 105–109.
2. Шештанов Г.А., Куцева И.К. Определение съемной зрелости яблок // Юный ученый. 2017. № 1 (10). С. 115–117.
3. Жиркова А.А. Алгоритмическое обеспечение информационно-измерительных систем для классификации и контроля качества яблок: дис. канд. техн. наук Тамбов, 2023. 120 с.
4. Родиков С.А. Методы и устройства анализа зрелости яблок / С.А. Родиков. – М.: Физматлит, 2009. – 211 с. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68821 (дата обращения: 10.10.2025). – ISBN 978-5-9221-1147-8. – Текст: электронный.
5. P.V. Balabanov, A.A. Zhirkova, A.G. Divin, A.S. Egorov, S.V. Mishchenko, and G.V. Shishkina, “An Information-Measuring System to Monitor Vegetable and Fruit Sorting Process,” *Vestn. Tambovskogo Gos. Teh. Univ.*, vol. 28, no. 4, 2022, doi: 10.17277/vestnik.2022.04. Pp. 526–533.
6. V. Cortés, S. Cubero, J. Blasco, N. Aleixos, and P. Talens, “In-line Application of Visible and Near-Infrared Diffuse Reflectance Spectroscopy to Identify Apple Varieties,” *Food Bioprocess Technol.*, vol. 12, no. 6, 2019, doi: 10.1007/s11947-019-02268-0.

References

1. Tatarov E.B., Morozova N.B. Agroindustrial complex of Russia: current state and development trends // International scientific journal "Symbol of Science". 2024. № 4-2-1. Pp. 105–109.
2. G. A. Sheshtanov, I.K. Kutseva Determination of removable maturity of apples // Young Scientist. 2017. No. 1 (10). Pp. 115–117.
3. Zhirkova A.A. Algorithmic support of information and measurement systems for apple classification and quality control: dis. Candidate of Technical Sciences Tambov, 2023. 120 p.
4. Rodikov S.A. Methods and devices of apple maturity analysis / S.A. Rodikov. – Moscow: Publishing House, 2009. – 211 p. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68821 (date of request: 10.10.2025). – ISBN 978-5-9221-1147-8. – Text: electronic.
5. Information and measurement system for monitoring the process of sorting vegetables and fruits / P.V. Balabanov, A.A. Zhirkova, A.G. Divin, A.S. Egorov, S.V. Mishchenko, G.V. Shishkina // Vestn. Tambov State Technical College. University, Volume 28, No. 4, 2022, doi: 10.17277/Bulletin.2022.04. Pp. 526–533.
6. V. Cortez, S. Cubero, J. Blasco, N. Aleixos, P.I. Talens, “Operational application of diffuse reflection spectroscopy in the visible and near infrared ranges for the identification of apple varieties,”Food Bioprocess Technology, Volume 12, No. 6, 2019. Doi: 10.1007/s11947-019.-02268-0.

Для цитирования
Диденко Н.И., Скрипнюк Д.Ф. Разработка цифровой модели жизненного цикла систем поддержки принятия решений: методологический подход на основе функциональной стандартизации / Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки III», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 655–665.

УДК 006.027

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Диденко Н.И., *д-р экон. наук, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия, г. Санкт-Петербург*
Скрипнюк Д.Ф., *д-р экон. наук, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия, г. Санкт-Петербург*

Современные тенденции развития методологии поддержки принятия решений основываются на анализе большого объема разнородных данных с использованием все большего числа математических методов и моделей, включая алгоритмы искусственного интеллекта. Целью статьи является изложение подхода разработки методологии виртуального жизненного цикла системы поддержки принятия решений на основе функциональной стандартизации. Методология разработана на основе систематизации научных взглядов на проблемы, связанные с условиями и закономерностями создания цифровой модели сложных комплексов.

Ключевые слова: теория принятия решений, методология поддержки принятия решений, системы поддержки принятия решений, функциональная стандартизация, интеллектуальный анализ данных, искусственный интеллект, условия принятия решений, жизненный цикл системы, модель жизненного цикла системы

DEVELOPMENT OF A DIGITAL LIFE CYCLE MODEL OF DECISION SUPPORT SYSTEMS: A METHODOLOGICAL APPROACH BASED ON FUNCTIONAL STANDARDIZATION.

Didenko N. I., *Doctor of Economics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia*
Skripnuk D. F., *Doctor of Economics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia*

Modern trends in the development of decision support methodology are based on the analysis of large volumes of heterogeneous data using an increasing number of mathematical methods and models, including artificial intelligence algorithms. The objective of the article is to present an approach to developing a methodology for the virtual life cycle of a decision support system (DSS). The methodology is based on the systematization of scientific views on problems associated with the conditions and patterns of creating a digital model of complex systems.

Keywords: decision theory, decision support methodology, decision support systems, data mining, artificial intelligence, decision making conditions, system life cycle, system life cycle model.

Введение

Система поддержки принятия решений (СППР) – это информационная система обработки информации вместе с соответствующими организационными ресурсами, такими как человеческие, технические и финансовые ресурсы, которая предоставляет и распространяет информацию [согласно «ГОСТ 33707–2016 (ISO/IEC 2382:2015) Межгосударственный стандарт. Информационные технологии. Словарь. Дата введения 2017-

09-01»]. Информационная система немыслима без персонала, взаимодействующего с компьютерами и телекоммуникациями и нужна для того, чтобы своевременно доставлять информацию. Помогает удовлетворять определенные потребности в информации в рамках заданной предметной области. СППР разрабатываются для поддержки некоторых или всех фаз процесса принятия решений.

Системы поддержки принятия решений ориентированы на конкретные предметные области и используют творческие, поведенческие и аналитические знания различных дисциплин. Эти знания порождают различную классификацию и архитектуру систем поддержки принятия решений.

Агрегированная или упрощенная архитектура СППР показана на рис. 1.

*Рис. 1. **2** Агрегированная архитектура СППР (составлено авторами)*

Следуя архитектурному подходу можно анализировать развитие СППР и выделить следующие типы СППР.

– Классические системы поддержки принятия решений (Classical Decision Support System). Возникли в результате развития управленческих информационных систем и систем управления базами данных.

– Коммуникационные системы поддержки принятия решений (Communication-Driven Decision Support System). Этот тип СППР основан на системе связи посредством различных встреч среди лиц, принимающих решения. Система разработана, чтобы поддержать группу, а не индивидуума.

– Системы поддержки принятия решений на основе данных (Data-Driven Decision Support System). СППР на основе данных относятся к базам данных или хранилищам данных.

– Системы поддержки принятия решений на основе документов (Document-Driven Decision Support System). Это очень распространенная форма СППР. Такие конкретные DSS могут применяться для поиска в сети конкретной информации или конкретной страницы и поиска документа(ов) с конкретным ключом поиска или конкретным элементом, или текстом.

– Системы поддержки принятия решений на основе знаний (Knowledge-Driven Decision Support System (Knowledge Based Systems)). Это системы, ядром которых является база знаний или модель предметной области, описанная на языке сверхвысокого уровня, приближенном к естественному.

– Системы поддержки принятия решений на основе моделей (Model-Driven Decision Support System). Этот тип СППР основан на некоторой разработанной модели/моделях. Это сложные системы, которые особенно используются для анализа решений или выбора среди различных альтернатив.

– Исполнительные информационные системы (EIS) (Executive Information System (EIS) Individual EIS). Создаются специально для верхнего уровня управления. Это базы управленческих данных и моделей, структурированные в соответствии с особыми информационными и техническими потребностями руководителей верхнего звена.

– Экспертные системы (ES) (Expert system). Компьютерные системы, способные частично заменить специалиста-эксперта в разрешении проблемной ситуации [согласно международным стандартам ISO/МЭК/IEEE 24765–2017 Системная и программная инженерия; ISO/IEC 2382:2015 Information technology – Vocabulary].

Кроме вышеизложенного архитектурного рассмотрения СППР, их можно разделить на разные категории. Разные авторы [6; 14; 16; 17] предлагают разные классификации: Классификация систем DSS на основе уровня пользователя (Classification of DS systems based on user level); Классификация систем DSS на основе концептуального подхода (Classification of DS systems based on conceptual level); Классификация систем DSS на системном уровне (Classification of DSS systems based on system level); Классификация систем СПР по способу реализации (Classification of DSS systems based on way of realization).

Архитектура обобщенной системы поддержки принятия решений на основе функциональной стандартизации, с учетом различных процессов обработки информации, показана на рис. 2.

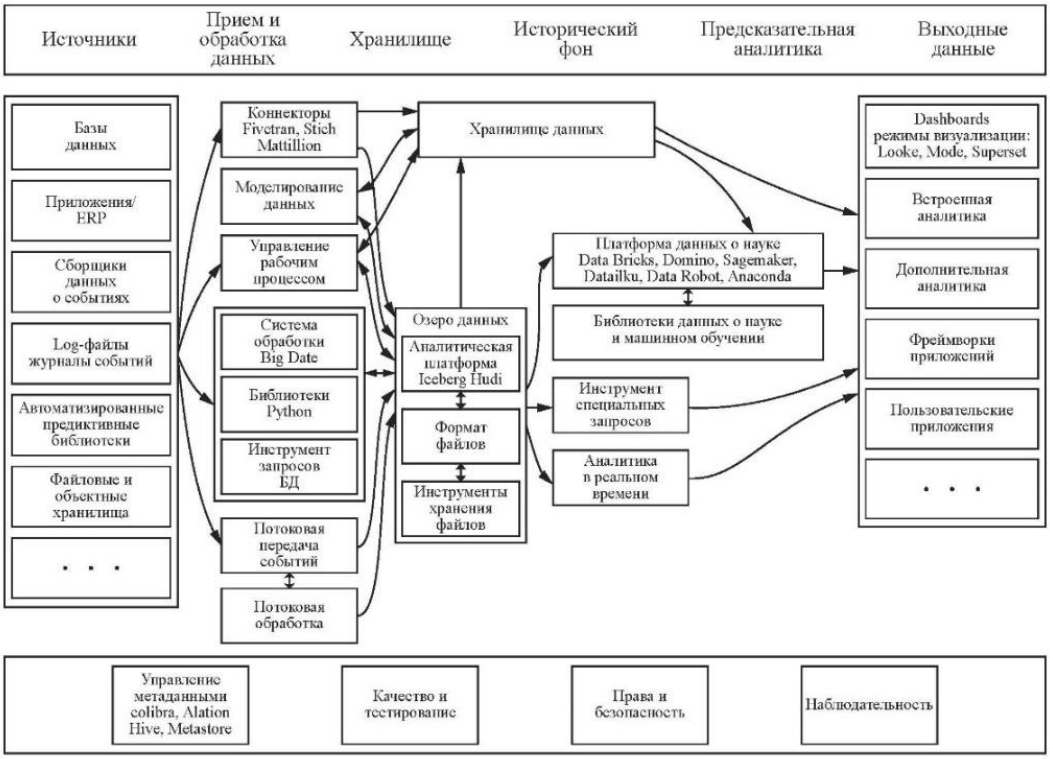


*Рис. 2. **З**Архитектура обобщенной СППР на основе функциональной стандартизации (составлено авторами)*

Жизненный цикл современной системы поддержки принятия решений, как сложного аппаратно-программного инженерного комплекса, на основе функциональной стандартизации охватывает этапы проектирования, формирования технических требований, проектирования архитектуры и разработки необходимой документации, создания и производства, последующую интеграцию, использование, усовершенствование и утилизацию [3]. Главное конкурентное преимущество системы поддержки принятия решений как сложного аппаратно-программного инженерного комплекса – это сочетание стоимости его жизненного цикла и

способности компании принимать более быстрые, обоснованные и качественные управленческие решения.

На этапах жизненного цикла СППР от замысла, вплоть до вывода системы из эксплуатации, возникает необходимость принимать технические, экономические, организационные решения: принимать в расчет положения «Circular Economy» на ранних стадиях проектирования; сравнивать варианты; выбирать из альтернативных концепций проект; структурировать цели систем и оборудования; учитывать условия окружающей среды при проектировании; подтверждать правильность проекта; принимать решение о вводе в эксплуатацию; разрабатывать и совершенствовать методы, обеспечивающие надежность расчетных показателей; контролировать процесс эксплуатации и вносить усовершенствования в процессе эксплуатации; сравнивать варианты и находить лучшие варианты вывода системы из эксплуатации; осуществлять вывод из эксплуатации [7; 10; 12; 15].

Исходя из вышесказанного, необходимо обеспечивать анализ проблем, встречающихся на всех этапах жизненного цикла реальных СППР и принимать решения. Это качественно новые задачи, требующие пересмотра большинства подходов, сформировавшихся к настоящему времени в создание и эксплуатацию СППР [5; 9].

Современная парадигма исследования и разработки сложных инженерных комплексов показывает, что основным инструментом решения качественно новых задач может быть цифровая модель жизненного цикла СППР, представляющая собой в цифровом виде характеристики СППР на основе функциональной стандартизации [8].

Другими словами, цифровая модель жизненного цикла СППР – это виртуальный аппаратно-программный комплекс. Создание виртуального комплекса с использованием технологий информационного моделирования позволяет рассчитать показатели реальной СППР и определять многие характеристики СППР еще до непосредственного начала создания реальной системы, создать 3D-модели элементов системы, включая все сопутствующие конструкции и коммуникации для наглядного представления СППР. Разработка цифровой модели этапов жизненного цикла СППР показывает физические, архитектурные характеристики, моделирует жизненный цикл объекта, охватывая этапы жизненного цикла. Цифровая модель этапов жизненного цикла СППР – это аналог жизненного цикла реальной системы, и она состоит из стадий цифрового процесса, затрагивающего моменты и состояния цифровой модели от замысла, вплоть до прекращения использования ее.

Разработка цифровой модели этапов жизненного цикла основывается на системном инжиниринге, представляющем совокупность фундаментальных научных установок, подходов и терминов, методов исследования, постулат и стандартов, в соответствии с которыми осуществляются построения, обобщения и моделирование в области создания и использования цифровой модели этапов жизненного цикла сложных объектов [1].

Системная инженерия – междисциплинарный подход и средства для создания успешных систем любой природы, это междисциплинарный подход, охватывающий все усилия по развитию и верификации интегрированных и сбалансированных в жизненном цикле множестве системных решений, касающихся людей, продукта и процесса, которые удовлетворяют потребности заказчика [4].

В статье под системным инжинирингом понимается подход к созданию и функционированию цифровой модели как системы, включающей цифровой жизненный цикл СППР, цифровую архитектуру системы, системную информационную модель СППР, основанную на принципах функциональной стандартизации.

Под жизненным циклом как реальной СППР, так и цифровой модели СППР понимаются стадии процесса, затрагивающие моменты и состояния системы и цифровой модели от замысла, вплоть до вывода из эксплуатации.

Целью исследования является разработка методологии формирования цифровой модели жизненного цикла СППР на основе функциональной стандартизации, базирующейся на систематическом развитии модели, уточнении модели и использовании модели на всех этапах жизненного цикла реальной СППР.

Процесс связанный с созданием, использованием и выводом из эксплуатации СППР состоит из двух параллельных процессов: (a) создание и сопровождение цифровой модели жизненного цикла СППР и (b) создание непосредственно реальной СППР и обеспечение жизнеспособности жизненного цикла СППР.

Материалы и методы

Методы и подходы разработки методологии виртуального жизненного цикла СППР на основе функциональной стандартизации базируются на базе моделирования предметного пространства жизненного цикла СППР альтернативными графами и информационными технологиями [2;11;13].

Методология разработана на основе систематизации научных взглядов на проблемы, связанные с условиями и закономерностями создания цифровой модели сложного комплекса. Рассмотрены основные элементы цифровой модели СППР. Обоснован междисциплинарный подход к исследованию сущности предметного пространства СППР на основе моделирования предметного пространства жизненного цикла СППР альтернативными графами и информационными технологиями. Вводятся в научный оборот новые понятия, раскрывающие сущность цифровой модели СППР. Сформулированы основные положения методологии виртуального жизненного цикла СППР. На основе моделирования предметной области жизненного цикла СППР альтернативными графами показана связь этапов жизненного цикла.

Создание и использование реальной СППР состоит из двух параллельных связанных процессов: (a) использование виртуального жизненного цикла СППР и сопровождение информационной модели виртуального жизненного цикла СППР и (b) создание непосредственно реальной СППР и обеспечение жизнеспособности ее цикла в следующей последовательности: разработка циклической процедуры процесса анализа и обсуждения концепций виртуального жизненного цикла СППР; проектирование архитектуры модели виртуального жизненного цикла СППР в виде графа – дерева; построение интегрированной структуры виртуального жизненного цикла СППР в виде альтернативного графа; нахождение множества виртуальных «эффективных» вариантов жизненного цикла СППР, каждый в виде графа с детерминированной структурой; выбор варианта создания системы поддержки принятия решения из множества виртуальных «эффективных» вариантов жизненного цикла методом анализа иерархий.

Результаты

Базовые элементы методологии формирования цифровой модели жизненного цикла систем поддержки принятия решений на основе функциональной стандартизации.

1. Цифровой жизненный цикл СППР, базирующейся на использовании альтернативных графов и технологий информационного моделирования, включающий: a) Интегрированную информационную модель жизненного цикла СППР постоянно развиваемую, уточняемую и используемую на всех этапах жизненного цикла реальной СППР; b) Механизм учета на стадии концепта СППР не только технологии разработки, но также вопросов сервиса в ходе эксплуатации и утилизации, тренды «Circular Economy» при утилизации комплекса; c) Цифровую модель жизненного цикла СППР на основе моделирования жизненного цикла СППР альтернативными графами; d) Предметную область и жизненный цикл СППР. Предметная область жизненного цикла СППР характеризуется разнообразием используемых данных, знаний, сложностью решаемых задач и взаимосвязей между ними на этапах жизненного цикла. Происходит переход от традиционной этапности стадий жизненного цикла к постоянному преобразованию модели предметной области в результате параллельно протекающих процессов; e) Модель предметной области в форме альтернативного графа. В качестве базы моделирования для описания стадий жизненного цикла СППР, данных и знаний предметной области используются средства теории графов. Используются детерминированные графы, альтернативные графы, графы с дугами возврата, ориентированные графы, графы-деревья, вероятностные графовые модели. Используется

единый комплекс методов описания предметной области, который должен основываться на сетевых математических моделях. Сетевая модель предметной области охватывает все задачи традиционного жизненного цикла СППР. В целях построения адекватной сетевой модели предметной области должны выделяться классы узлов сети (которые, в свою очередь, являются узлами сети и входят в сетевую модель предметной области).

2. Циклическая процедура процесса анализа и обсуждения концепций виртуального жизненного цикла СППР.

На рис. 3 представлена циклическая процедура процесса анализа и обсуждения концепций виртуального жизненного цикла СППР.

*Рис. 3. **4**Циклическая процедура систематического использования модели жизненного цикла СППР, которая развивается, уточняется и используется на всех этапах жизненного цикла (составлено авторами)*

Предлагаемый динамический цикл процесса анализа и обсуждения концепций виртуального жизненного цикла СППР начинается с формулирования общих задач и ограничений модели жизненного цикла. Разработка модели жизненного цикла СППР включает анализ влияющих факторов, генерацию целевых индикаторов, проектирование архитектуры модели жизненного цикла СППР в виде графа–дерева, построение интегрированной модели на основе альтернативного графа этапов жизненного цикла СППР, в котором объединены различные компоненты и подсистемы.

3. Обобщенная архитектура модели виртуального жизненного цикла СППР на основе функциональной стандартизации.

Цифровая модель жизненного цикла СППР разрабатывается на базе обобщенной архитектуры цифровой модели жизненного цикла СППР. Обобщенная архитектура цифровой модели состоит из крупных блоков: база данных, предметная область, система управления данными, система управления моделями, блок знаний, интерфейс пользователей.

Структура обобщенной архитектуры цифровой модели жизненного цикла СППР формируется в результате процедуры декомпозиции цели создания цифровой модели жизненного цикла. На рис. 4 показана структура обобщенной архитектуры цифровой модели жизненного цикла СППР на основе функциональной стандартизации.

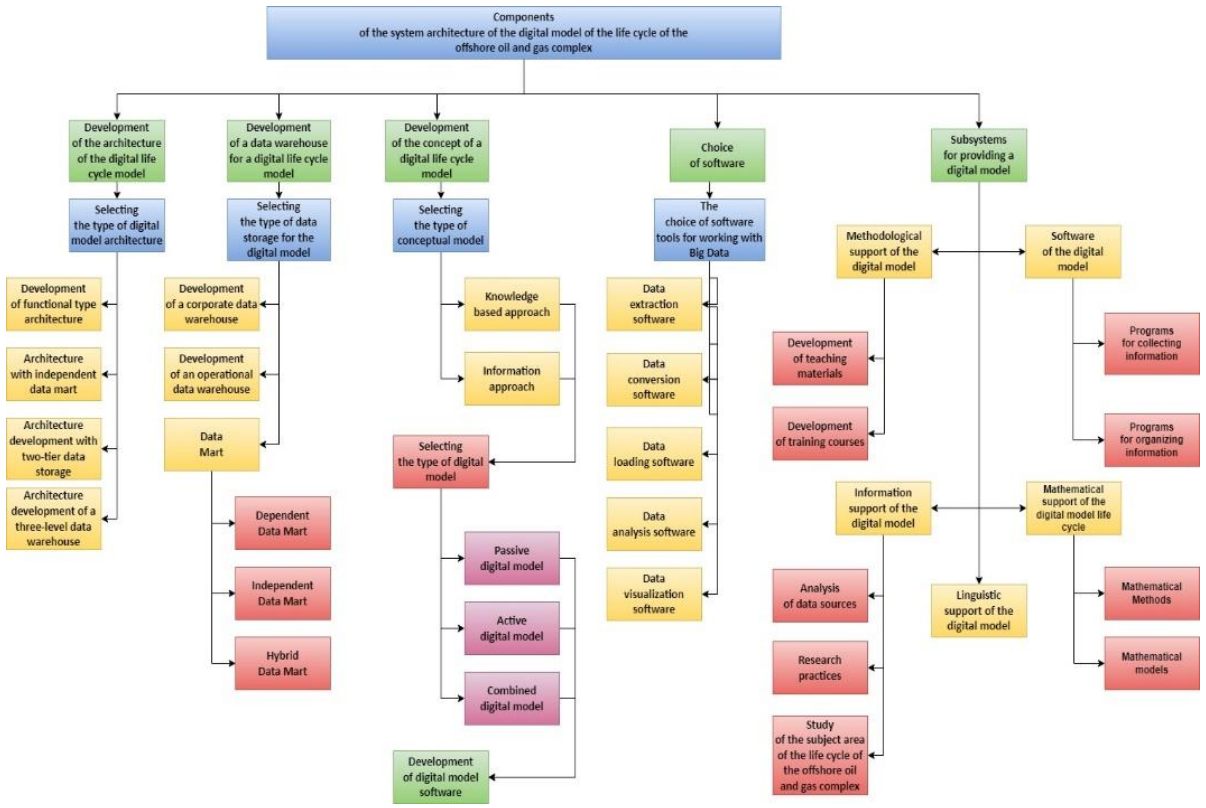


Рис. 4. 5Структура обобщенной архитектуры цифровой модели жизненного цикла СППР на основе функциональной стандартизации (составлено авторами)

[Зеленым цветом выделены крупные блоки и понятия цифровой модели жизненного цикла СППР: архитектура, хранилища данных, концепции, программные средства, подсистемы обеспечения (методическое, программное, математическое). Голубым цветом выделены подмножества крупных блоков и понятий цифровой модели. Желтым цветом выделены виды подмножеств крупных блоков и понятий цифровой модели. Розовый цвет показывает варианты видов подмножеств блоков цифровой модели.].

Декомпозиция – это процесс, осуществляемый сверху вниз, т.е. с уровня всего жизненного цикла до самого нижнего уровня компонент.

4. Интегрированная структура виртуального жизненного цикла СППР в виде альтернативного графа.

С усложнением объектов производства и расширением сферы использования информационных моделей сами модели становятся все более сложными и дорогостоящими. Информационные модели содержат не только геометрическое описание и структуру изделия, материалы и технологические карты, логистическую информацию, но также сложные модели функционирования, движения и другие. Информационные модели являются сложным иерархическим многодисциплинарным комплексом.

Виртуальный жизненный цикл СППР отображается в виде альтернативного графа. Информационную модель в форме графа можно использовать для наглядного представления взаимосвязей, существующих меду элементами структуры виртуального жизненного цикла СППР. Альтернативный граф наиболее удобная форма для моделирования структуры виртуального жизненного цикла СППР. В форме альтернативного графа можно моделировать и взаимосвязь этапов жизненного цикла. Условный общий вид жизненного цикла СППР в виде графа альтернативной структуры можно представить как сеть G – множество узлов $m_i, \ldots, m_j, \ldots, m_r$, связанных соотношением предшествования $m_i \leq m_j \leq m_k \leq \cdots m_r$. Альтернативная сеть – это направленная ациклическая сеть $G(J, A)$, в которой задано множество узлов $J = M \cup D \; и \; M \cap D = \emptyset$, где M – множество узлов программных мероприятий без альтернатив; D– множество вершин принятия решения и программных мероприятий, имеющих альтернативы.

Формулирование и разработка фаз виртуального жизненного цикла разделено на последовательные части во времени. Команда разработчиков, используя циклическую

процедуру процесса анализа и обсуждения, каждую фазу виртуального жизненного цикла СППР представляет в виде графа альтернативной структуры. Исходной информации для разработки фаз виртуального жизненного цикла являются результаты исследований, проведенных с фазами жизненного цикла реальных СППР.

Заключительная фаза жизненного цикла СППР – вывод из эксплуатации (decommission) представлена несколькими альтернативными графами. Каждый альтернативный граф соответствует форме вывода из эксплуатации.

5. Анализ множества виртуальных вариантов жизненного цикла СППР.

Цифровая модель жизненного цикла СППР, представленная в виде альтернативного графа, включает множество виртуальных вариантов жизненного цикла. Каждому виртуальному варианту жизненного цикла соответствует своя продолжительность жизненного цикла, стоимость жизненного цикла, научно-технический уровень цифровой модели жизненного цикла. Количество вариантов жизненного цикла цифровой модели зависит от количества альтернатив у каждой вершины. На графическом изображении цифровой модели жизненного цикла (рисунок 5) – это число кружочков у треугольника.

Представление жизненного цикла СППР в виде альтернативного графа позволяет решать различные задачи на разных фазах жизненного цикла. К ним относятся: определение стоимости жизненного цикла, определение длительности жизненного цикла. На каждой стадии жизненного цикла решаются задачи характерные для стадии. Покажем кратко задачу выбора варианта СППР на стадии проектирования и создания. Стадия проектирования и создания моделируется альтернативным графом (рис. 5).

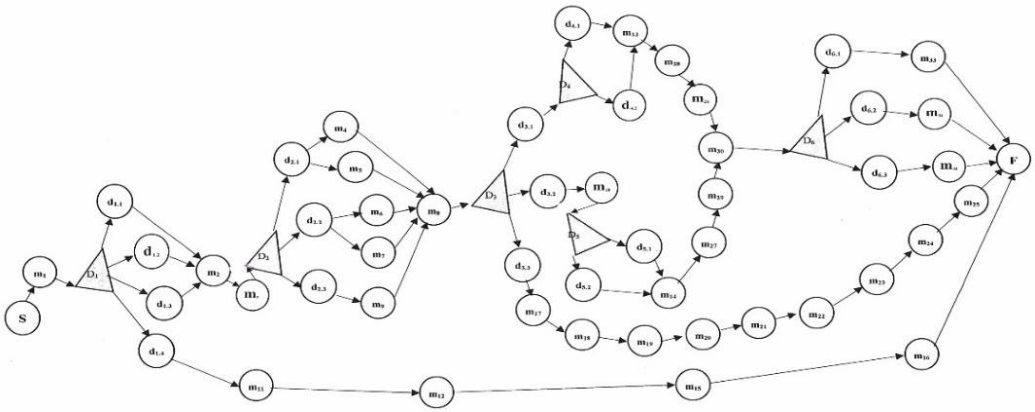


Рис. 5. 6Стадия проектирования и создания СППР, отображенная альтернативным графом (составлено авторами)

Обсуждение

В процессе научно-исследовательской работы рассматриваются несколько вариантов компоновки СППР. Однако, для соответствия рассматриваемой СППР с заявленными характеристиками и условиями, в которых будет эксплуатация, более предпочтительным будет другой (рис. 6). На графике показаны варианты проектирования и разработки СППР. Каждый вариант характеризуется продолжительностью проектирования и строительства, затратами и научно-техническим уровнем. На графике в двухмерном пространстве «затраты-продолжительность» каждый вариант представлен точкой. При этом существует три научно-технических уровня СППР. Наличие альтернатив в альтернативном графе позволяет получить такое число вариантов.

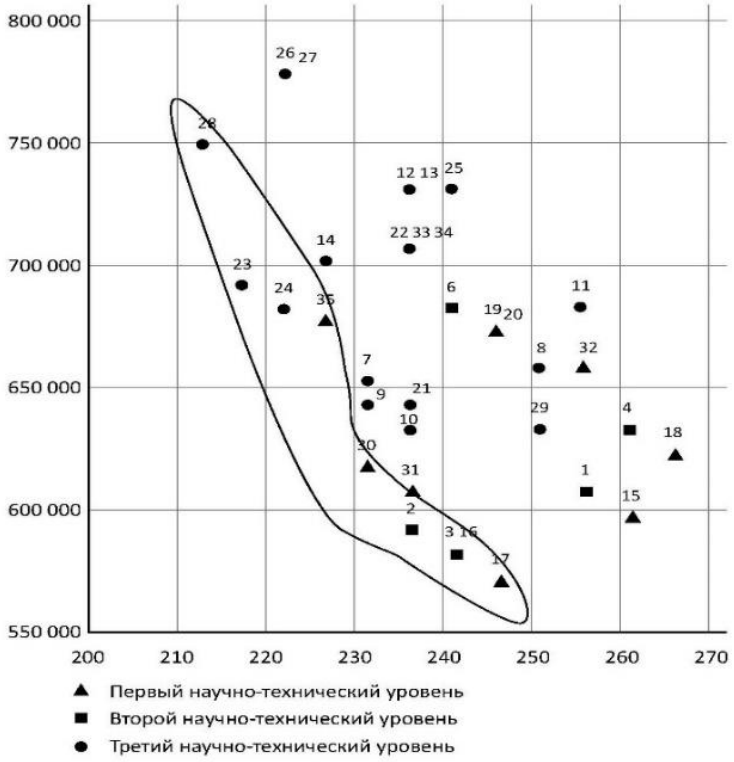


Рис. 6. 7Взаимосвязь между стоимостью жизненного цикла, продолжительностью жизненного цикла и научно-техническим уровнем цифровых моделей жизненного цикла (составлено авторами)

Все варианты выполнения программы делятся на два множества. Варианты, обрамленные линией (28,23,24,35,30,2,3,16,17) и удовлетворяющие условиям:

T_28<T_23<⋯..<T_17

C_28>C_23…..>C_17

будем называть множеством эффективных, а все остальные – множеством неэффективных вариантов. Каждый вариант из множества неэффективных хуже какого-то варианта из множества эффективных при попарном сравнении. Поэтому для выбора одного варианта имеет смысл рассматривать только множество эффективных вариантов.

Вариант (T_28, C_28) имеет минимальную продолжительность, максимальные затраты, третий, т.е. наивысший научно-технический уровень. При большом размере альтернативного графа нахождение множества эффективных вариантов базируется на идеях динамического программирования, с использованием системы рекуррентных равенств.

Так как в нашем случае альтернативный граф имеет небольшое число вариантов, алгоритм нахождения множества эффективных вариантов не приводится. В итоге перед лицом, принимающим решение поставлена задача: имеется девять вариантов, три критерия, необходимо выбрать один вариант.

Заключение

Наше исследование указывает на возможность использования новой модели виртуального жизненного цикла СППР на основе функциональной стандартизации с использованием средств теории графов и информационного моделирования, которая обеспечивает цели для эмпирически эффективных исследований путем введения новых математических моделей, которые могут дать новый рубеж. Эта технология позволяет на стадии концепта СППР учитывать не только технологии изготовления, но также вопросы сервиса в ходе использования и утилизации, тренды «Circular Economy» при утилизации любых систем.

Новый подход, изложенный в статье, предоставляет возможность находить варианты СППР с разными характеристиками.

В литературе отмечается, что современные СППР обычно не имеют решений по заключительным этапам жизненного цикла, либо они сильно устаревшие в отличии от некоторых сложных технических систем. Это вызвано тем, что СППР используются в течении длительного времени и, следовательно, жизненный цикл СППР по сравнению с другими сложными инженерными системами имеет более длительный жизненный цикл. Этот новый подход предоставляет возможность ликвидировать этот пробел.

Чтобы изучить эту возможность, необходимо провести дополнительные исследования и разработать процедуры формирования стадий жизненного цикла в условиях вероятностной и неполной информации.

Список литературы

1. Белов М.В. Системно-инженерные и экономические аспекты управления жизненным циклом // Управление большими системами. – 2015. – № 56 – С. 7–86.
2. Диденко Н.И. Жизненный цикл сложных систем в среде бизнес-инжиниринга: учебник для вузов / Н.И. Диденко, Д.Ф. Скрипнюк, И.И. Дементьев. – М.: Издательство Юрайт, 2025. – 210 с. ISBN 978-5-534-17999-6.
3. Романов А.А. Прикладной системный инжиниринг. – М.: Физматлит, 2015. – 555 с.
4. Стровский Л.Е. Инжиниринг. Международные экономические отношения / Под редакцией профессора Л.Е. Стровского. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 461 с. – ISBN 5-238-00495-8.
5. Федотова А.В. Грануляция информации при моделировании жизненного цикла сложных технических систем / А.В. Федотова, В.Б. Тарасов, А.Н. Ветров // Вестник евразийской науки. – 2013. – № 5. – С. 7–18.
6. Bandyopadhyay S. Decision Support System Tools and Techniques / Susmita Bandyopadhyay / – CRC Press: Boca Raton: USA. 2023. – 377 p. ISBN 9781032310220
7. Blanchard B.S. Systems engineering and analysis / B.S. Blanchard, W.J. Fabrycky. – 4-е изд. – Prentice Hall: USA, 2006. – 804 p.
8. Dittler D. Illustrating the benefits of efficient creation and adaption of behavior models in intelligent Digital Twins over the machine life cycle. / Daniel Dittler, Valentin Stegmaier, Michael Weyrich // Journal of Manufacturing Systems. – 2024. – Vol. 76. – pp. 520–539. – DOI:10.1016/j.jmsy.2024.08.016.
9. Kossiakoff A. Systems Engineering Principles and Practice. / A. Kossiakoff, W.N. Sweet, S.J. Seymour, S.M. Biemer. 2-е изд. – Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, USA, 2011. – 599 p. – ISBN 978-0-470-40548-2.
10. Laguardia R. Life-cycle based optimal design of seismic retrofit interventions through dissipative bracing systems. / Raffaele Laguardia, Solomon Tesfamariam, Paolo Franchin // Engineering Structures. 2025. Vol. 343(C). Pp. 120983. – DOI:10.1016/j.engstruct.2025.120983.
11. Mengyan H. Current status of digital twin architecture and application in nuclear energy field. / Hu Mengyan, Zhang Xueyan, Yang Jun // Annals of Nuclear Energy. – 2024. – Vol. 202. – Pp. 110491. – DOI:10.1016/j.anucene.2024.110491.
12. Pradel M. O-AMIE: A tool combining systems engineering and life cycle assessment to eco-design agricultural practices and assess their environmental impacts / Marilys Pradel, Romain David, Fabien Gaudin // Computers and Electronics in Agriculture. 2024. Vol. 227(1). Pp. 109558. – DOI:10.1016/j.compag.2024.109558.
13. Saaty T.L. The Analytic Hierarchy Process / Thomas L. Saaty, Luis Vargas, Cahyono St / Springer: Berlin, Germany, 2022. 496 p. ISBN: 978-1-4614-3597-6.
14. Sauter V.L. Decision support systems for business intelligence / Vicki L. Sauter/ – John Wiley & Sons. – Hoboken, New Jersey: USA. 2011. – 453 p.
15. Vujanović A. The environmental and biodiversity impacts of a new cableway system: A comprehensive life cycle assessment /Annamaria Vujanović, Andrea Mio, Maurizio Fermeglia // Journal of Cleaner Production. 2024. Vol. 482. – Pp. 144201. – DOI:10.1016/j.jclepro.2024.144201.
16. Wallace M. Building Decision Support Systems using MiniZinc // Springer Nature: Switzerland AG. 2020. – 225 p.
17. Бурый А.С., Цаплина О.С. Интеллектуальная поддержка принятия решений в проектных командах // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 4(85). С. 31–38.

References

1. Belov M.V. Systems engineering and economic aspects of life cycle management // Management of large systems. – 2015. – N 56 – Pp. 7–86.
2. Didenko N.I. Life Cycle of Complex Systems in Business Engineering: a Textbook for Universities / N.I. Didenko, D.F. Skripnuk, I.I. Dementyev. – M.: Yurait Publishing House, 2025. – 210 p. ISBN 978-5-534-17999-6.
3. Romanov A.A. Applied systems engineering. – M.: Fizmatlit, 2015. – 555 p.

4. Strovsky L.E. Engineering. International Economic Relations / Под редакцией профессора L.E. Strovsky. – M.: UNITY-DANA, 2003. – 461 p. – ISBN 5-238-00495-8.
5. Fedotova A.V. Грануляция информации при моделировании жизненного цикла сложных технических систем / A.V. Fedotova, V.B. Tarasov, A.N. Vetrov // Bulletin of Eurasian Science. – 2013. – №5. – Pp. 7–18.
6. Bandyopadhyay S. Decision Support System Tools and Techniques / Susmita Bandyopadhyay. – CRC Press: Boca Raton: USA. 2023. – 377 p. ISBN 9781032310220
7. Blanchard B.S. Systems engineering and analysis / B.S. Blanchard, W.J. Fabrycky / – 4-е изд. – Prentice Hall: USA, 2006. – 804 p.
8. Dittler D. Illustrating the benefits of efficient creation and adaption of behavior models in intelligent Digital Twins over the machine life cycle. / Daniel Dittler, Valentin Stegmaier, Michael Weyrich // Journal of Manufacturing Systems. – 2024. – Vol. 76. – pp. 520–539. – DOI:10.1016/j.jmsy.2024.08.016.
9. Kossiakoff A. Systems Engineering Principles and Practice. / A. Kossiakoff, W.N. Sweet, S.J. Seymour, S.M. Biemer / 2-е изд.– Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, USA, 2011. – 599 p. – ISBN 978-0-470-40548-2.
10. Laguardia R. Life-cycle based optimal design of seismic retrofit interventions through dissipative bracing systems / Raffaele Laguardia, Solomon Tesfamariam, Paolo Franchin // Engineering Structures. 2025. Vol. 343(C). Pp. 120983. – DOI:10.1016/j.engstruct.2025.120983.
11. Mengyan H. Current status of digital twin architecture and application in nuclear energy field. / Hu Mengyan, Zhang Xueyan, Yang Jun // Annals of Nuclear Energy. – 2024. – Vol. 202. – pp. 110491. – DOI:10.1016/j.anucene.2024.110491.
12. Pradel M. O-AMIE: A tool combining systems engineering and life cycle assessment to eco-design agricultural practices and assess their environmental impacts / Marilys Pradel, Romain David, Fabien Gaudin // Computers and Electronics in Agriculture. 2024. Vol. 227(1). Pp. 109558. – DOI:10.1016/j.compag.2024.109558.
13. Saaty T.L. The Analytic Hierarchy Process. / Thomas L. Saaty, Luis Vargas, Cahyono St / Springer: Berlin, Germany, 2022. 496 p. ISBN: 978-1-4614-3597-6.
14. Sauter V. L. Decision support systems for business intelligence / Vicki L. Sauter/ – John Wiley & Sons. – Hoboken, New Jersey: USA. 2011. – 453 p.
15. Vujanović A. The environmental and biodiversity impacts of a new cableway system: A comprehensive life cycle assessment / Annamaria Vujanović, Andrea Mio, Maurizio Fermeglia // Journal of Cleaner Production. 2024. Vol. 482. – Pp. 144201. – DOI:10.1016/j.jclepro.2024.144201.
16. Wallace M. Building Decision Support Systems using MiniZinc // Springer Nature: Switzerland AG. 2020. – 225 p.
17. Buryi A.S., Tsaplina O.S. Intelligent decision support in project teams. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 4(85): 31–38. (In Russ.).

Для цитирования
Дубов Н.Д., Крохин Г.Б., Розенталь О.М., Самбурский А.Г. Обеспечение сопоставимости результатов природопользования – крупная функция экологической стандартизации хозяйственных процессов / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 666–672.

УДК 346.544.42

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОПОСТАВИМОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ – КРУПНАЯ ФУНКЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Дубов Н.Д., *аспирант, ФГБУ «Институт водных проблем Российской академии наук», Россия, г. Москва*
Крохин Г.Б., *аспирант, ФГБУ «Институт водных проблем Российской академии наук», Россия, г. Москва*
Розенталь О.М., *д-р техн. наук, ФГБУ «Институт водных проблем Российской академии наук», Россия, г. Москва*
Самбурский А.Г., *аспирант, ФГБУ «Институт водных проблем Российской академии наук», Россия, г. Москва*

Особенности обеспечения сопоставимости результатов природопользования связаны с повышенной по сравнению с наблюдаемой для продукции изменчивостью результатов измерений. Вследствие этого нередки примеры неэффективности нормативно-правового регулирования охраны и использования природных ресурсов. Показана целесообразность учета в этой ситуации экологических стандартов, регламентирующих методики статистического подхода к процессам, описываемым вероятностными моделями, учитывающими неопределенность, присущую реальным данным. Работа проиллюстрирована примером такой методики.

Ключевые слова: экологическая стандартизация, сопоставимость результатов измерений, безопасность природного объекта, погрешность измерения, доверительные границы, толерантный интервал.

ENSURING COMPARABILITY OF NATURAL RESOURCES MANAGEMENT RESULTS IS A MAJOR FUNCTION OF ENVIRONMENTAL STANDARDIZATION

Dubov N.D., *postgraduate student, IWP RAS, Moscow*
Krokhin G.B., *postgraduate student, IWP RAS, Moscow*
Rosental O.M., *Doctor of Technical Sciences, IWP RAS, Moscow*
Samburskij A.G., *postgraduate student, IWP RAS, Moscow*

Features of ensuring the comparability of environmental management results are associated with higher variability of measurement results compared to that observed for products. Consequently, examples of ineffective regulatory frameworks for the protection and use of natural resources are not uncommon. The advisability of incorporating ecological standards in this context is demonstrated. These standards regulate methodological approaches based on statistical treatment of processes described by probabilistic models that account for the uncertainty inherent in real-world data. The study is illustrated with an example of such a methodology.

Keywords: environmental standardization, comparability of measurement results, safety of a natural object, measurement error, confidence limits, tolerance interval.

Регулирование любой предпринимательской деятельности предусматривает обеспечение единства измерений и сопоставимости их результатов при выполнении работ по

таким направлениям, как оценка соответствия, сопоставление удельного веса отдельных характеристик продуктов или процессов в технологии в целом, а также трендовый сравнительный анализ темпов роста/снижения за несколько лет уровней безопасности или качества по отношению к исходному значению. Такая работа исключительно актуальна при использовании природных ресурсов, оценка качества которых часто затруднительна из-за повышенного разброса результатов измерений исследуемых данных. Подобные затруднения сопровождаются недостаточной эффективностью нормативно-правового регулирования природопользования, отмеченного многими авторами [1–4]. Вследствие неожиданных случайных отклонений контролируемых показателей их непросто сопоставить с директивно установленными предельно допустимыми воздействиями на объекты окружающей среды или с нормативами природопользования [5–9]. Результатами становятся нарушение устойчивой хозяйственной деятельности, споры бизнеса с властью и лавинообразный рост числа арбитражных ситуаций [10, 11].

Корректное решение задач природопользования в условиях неполной определенности информации о составе и свойствах объектов окружающей среды требует развития нормативно-технических алгоритмов, описываемых средствами стандартизации. Здесь полезны экологические стандарты, устанавливающие:

– допустимый интервал, в котором с определенным уровнем достоверности осуществляется потребление природных ресурсов;

– методики обеспечения репрезентативности выборки вариабельных концентраций загрязняющих окружающую среду веществ;

– приемлемый риск нарушения нормативных сбросов и выбросов токсичных веществ в различных ситуациях.

Имеющиеся стандарты, такие как [12], регламентирующие использование статистических методов сопоставимости данных, ориентированы на исследования рынка или рыночной продукции, отличающейся пониженной по сравнению с природными объектами вариабельностью свойств (и повышенными требованиями потребителей к верификации). Для решения задач охраны и использования природных ресурсов необходимы специальные методики, учитывающие пространственно-временное непостоянство свойств объектов окружающей среды. В данной работе приведены общие представления авторов о методиках, полезных в экологических стандартах, обеспечивающих сопоставимость результатов измерений контролируемых показателей безопасности и качества природопользования.

Пусть безопасность природного объекта обеспечивается, если некоторый контролируемый экологический показатель, в качестве которого может выступать измеренная концентрация C токсиканта, загрязняющего почву, грунты, воду или атмосферный воздух, не превышает установленный норматив N_0. Поскольку значения C вариабельны, результат i-го измерения, показывающий, что $C_i \leq N_0$, не гарантирует поддержания неравенства $C \leq N_0$ в целом. Можно лишь констатировать, что в данном месте, в данный момент времени при условии, что отсутствуют ошибки, промахи и погрешности исследования, величина контролируемого показателя соответствует установленным требованиям безопасности, т.е. находится в допуске с вероятностью R=1 и вне допуска с вероятностью 1-R=0. Чтобы принять решение о соответствии исследуемого показателя нормативу, необходимо выполнить некоторое количество (n) измерений, из которых в d случаях может быть обнаружено нарушение приведенного неравенства, а в m=n-d – выполнение, вероятность чего $R = \frac{m}{n}$ описывается биномиальным распределением:

$$p\left(\frac{m}{n}, R\right) = \frac{n!}{m!(n-m)!} R^m (1-R)^{n-m}. \quad (1)$$

Без учета данного уравнения, том числе в его интегральной форме (уравнения Клоппера-Пирсона) или в модифицированном виде (из-за ограничений значения вероятности R, связанной с учетом отличной от нуля погрешности измерений), трудно представить себе корректную оценку экологических показателей. Поэтому метод «ссылок на стандарты», корректирующий нормативно-правовую аналитику статистико-вероятностным подходом, в

этом случае является уже упомянутым «мостом», соединяющим добровольные требования с обязательными. Для пояснения того, каким образом экологическая стандартизация обеспечит достоверность устанавливаемых обязательных правил, ниже рассмотрен допусковый контроль, позволяющий выяснить принадлежность (непринадлежность) анализируемой характеристики интервалу, в границах которого она находится с заданным уровнем достоверности [13, 14].

Точность стандартизованной оценки вероятности $\hat{R}$ определяется шириной доверительного интервала, ограниченного сверху и снизу значениями R_B и R_H соответственно. Эти доверительные границы устанавливаются так, чтобы вероятности нахождения случайной величины d, соответственно больше и меньше наблюдаемой статистики $\hat{d}$, были малыми величинами, так чтобы для R_B и R_H выполнялись вероятности $\text{Вер}\{d \le \hat{d}\} = 1 - \gamma_2$, $\text{Вер}\{d \ge \hat{d}\} = 1 - \gamma_1$ при доверительной вероятности $\gamma_1 + \gamma_2 - 1 = \gamma$ [15].

В результате, учитывая нормальную аппроксимацию распределения оценки вероятности $\hat{R}$ как $\mathcal{N}[R, \frac{R(1-R)}{n}]$, получаем толерантный непараметрический интервал, который содержит заранее заданную долю удовлетворительных результатов исследования [16,17]: $R_H = \hat{R} - u_{\frac{1+y}{2}}\sigma(\hat{R}) \le R \le R_B = \hat{R} + u_{\frac{1+y}{2}}\sigma(\hat{R})$, где u – квантиль стандартного нормального распределения.

Соответствующие границы допускового интервала для искомой концентрации токсиканта при распространенном значении доверительной вероятности γ = 0,95, т.е.$u_{\frac{1+y}{2}} = 1{,}96 \approx 2$ есть

$$C_{\text{Н}} = \hat{C}_i - 2\sigma(\hat{C}_i) \le \hat{C}_i \le \hat{C}_i - 2\sigma(\hat{C}_i) = C_{\text{В}}.$$

Если в результате единичного исследования установлено соответствие контролируемого показателя в виде $\hat{C}_{i,B} < N_0$, то отсюда следует также более общее неравенство $\hat{C}_i < \hat{C}_{iB} < N_0$. В противоположном случае, когда установлено несоответствие $\hat{C}_{iH} > N_0$, тогда $\widehat{C}_i > \hat{C}_{iH} > N_0$ или просто $\widehat{C} > N_0$ с высокой вероятностью. В «промежуточном» же случае, когда выполняется условие $\widehat{C}_{iH} \le \hat{C}_i \le \hat{C}_{iB}$, действительный результат ($\hat{C}_i$) может в разных случаях оказаться больше или меньше норматива (рис. 1).

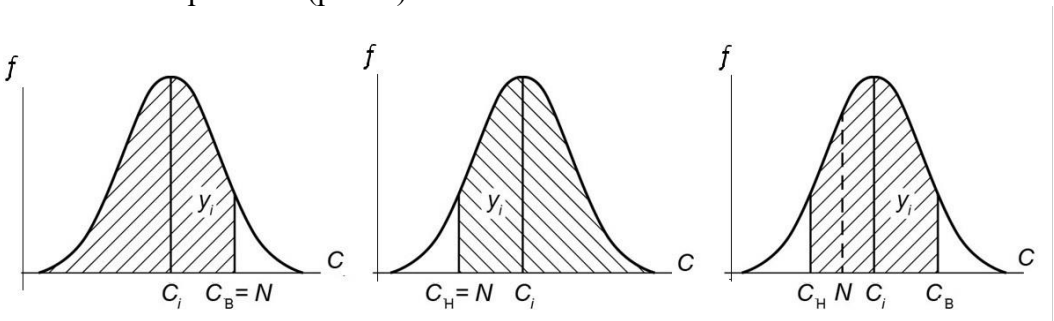


Рис. 1. Случаи гарантированного соответствия показателя нормативу (слева), гарантированного несоответствия (в центре) и ситуация неопределенности, при которой невозможно судить о соответствии/несоответствии из-за погрешности измерения (справа)

Таким образом, контролируемый показатель соответствует установленным требованиям при условии $\hat{C}_i < N_0 - 2\sigma_A$ или не соответствует им при $\hat{C}_i > N_0 + 2\sigma_A$; имеется также область неопределенности при условии $N_0 - 2\sigma_A \le N_0 + 2\sigma_A$. Данный вывод позволяет задать границы для контролируемого показателя $\hat{C}_i$, допустимые в зависимости от принимаемого заключения о соответствии/несоответствии.

Такое заключение можно также сделать, условно присваивая погрешность измерения нормативу, а не результату измерения величины $\hat{C}_i$. Тогда значения норматива будут выступать как характеристика случайная (N), которая изменяется в диапазоне $N_{\text{Н}} \le N \le N_{\text{В}}$ с

заданной доверительной вероятностью. В этом случае по результату измерения $\hat{C}_i$ области допустимых соответствия (приемки) и несоответствия (браковки) представлены на рис. 2.

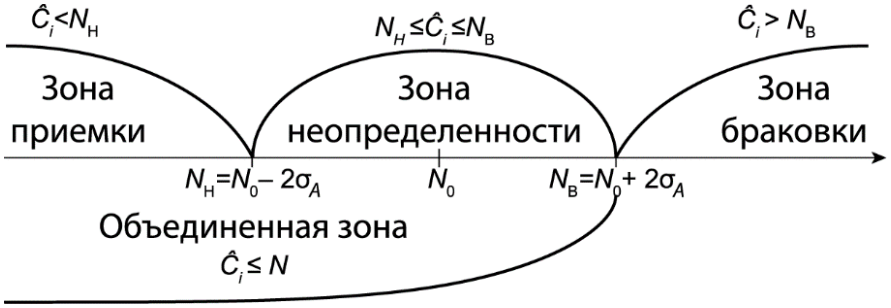


Рис. 2. Зоны соответствия/несоответствия (приемки/браковки) в зависимости от соотношения измеренного и нормативного значений контролируемого показателя

Рис. 3 иллюстрирует соотношение зон соответствия (приемки), несоответствия (браковки) и неопределенности, если решается вопрос о выяснении вопроса о том, выполняется ли заранее установленная допустимая вероятность $R_{1\text{доп}}$. Если $R_{1\text{доп}}$ находится слева от $\hat{R}_{1,H}$, то гарантировано превышение R_1 над $R_{1\text{доп}}$, означающее соответствие контролируемого показателя нормативу ($R_1 \gg R_{1\text{доп}}$), а если справа от $\hat{R}_{1,B}$, то гарантировано превышение $R_{1\text{доп}}$ над R_1, означающее несоответствие ($R_1 \ll R_{1\text{доп}}$). Если же $R_{1\text{доп}}$ оказывается между $\hat{R}_{1,H}$ и $\hat{R}_{1,B}$, то, в зависимости от решаемой задачи, «по договоренности» между заинтересованными сторонами, может быть принято как $R_1 \le R_{1\text{доп}}$, так и $R_1 \ge R_{1\text{доп}}$.

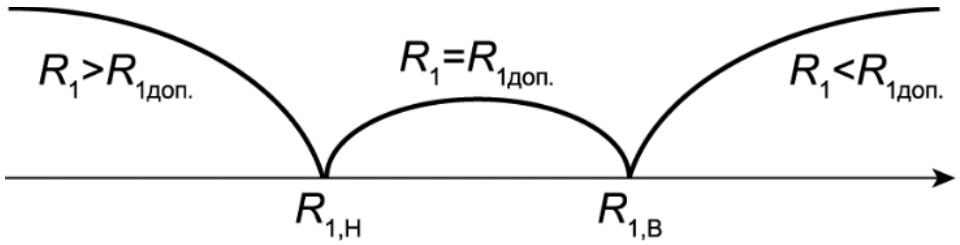


Рис. 3. Зоны приемки/браковки воды в зависимости от соотношения вероятностных характеристик

Пример. Оценить качество воды по взвешенным веществам.

Концентрация (мг/дм^3) в хронологической последовательности и для упрощения решаемых задач в упорядоченном ряду

Ежедневные наблюдения												
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\hat{C}$	28	13,5	17	9,1	9,7	7,3	6,5	30,9	9,3	11,4	11,1	11,5
№	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$\hat{C}$	2,5	18,3	18,7	18,2	26,4	15,1	10,6	19,9	20	17	16,1	6,1
Ряд ранжированных данных для тех же наблюдений												
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\hat{C}$	2,5	6,1	6,5	7,3	9,1	9,3	9,7	10,6	11,1	11,4	11,5	13,5
№	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$\hat{C}$	15,1	16,1	17	17	18,2	18,3	18,7	19,9	20	26,4	28	30,9

Решение без учета погрешности измерений. Здесь n=24. В качестве норматива выступает предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ ПДК=10 мкг/дм^3 [18]. Используя предложенный метод анализа, получим без учета погрешности и при d=17 m=7. Следовательно, $\hat{R}_1 = \frac{7}{24} = 0{,}29$. Отсюда дисперсия $\sigma^2(\hat{R}_1) = \frac{\hat{R}_1(1-\hat{R}_1)}{b} = \frac{0{,}29\times 0.71}{24} = 0{,}0086$; $\sigma(\hat{R}_1) = 0{,}093$ и границы доверительного интервала равны: $R_{1,H}$ = 0,29-1,645·0,093=0,14; $R_{1,B}$ = 0,419+1,645·0,089=0,53, где нижний 0,05 – квантиль стандартного нормального распределения $u_{\frac{1+y}{2}} - 1{,}645$.

Таким образом, ширина толерантного доверительного интервала 0,39. При этом строгое соответствие данного экологического показателя принимается, если $R_{\text{доп}} < 0{,}14$, мягкое соответствие – если $R_{\text{доп}} < 0{,}53$, а строгое несоответствие – при $R_{\text{доп}} > 0{,}53$.

Решение с учетом погрешности измерений. Относительная норма погрешности измерений на уровне норматива качества воды здесь составляет 25%, т.е. ее абсолютное значение Δ_A = 0,25·10 = 2,5 мкг/дм^3. Отсюда «приписанные» значения норматива равны ПДК$_B$ = ПДК$_0$+Δ_A = 12,5, ПДК$_H$ = 7,5. Учитывая, что в этом случае d = 13, m = 11; В соответствии с приведенной таблицей здесь d = 12, m = 19. При этом $\hat{R}_2 = 0{,}46$, $\sigma(\hat{R}_2) = \frac{0{,}46\times 0{,}54}{24} = 0{,}010$.

Принимая $\tilde{R}$ = 0,95; $\underline{R}$ = 0,05, нетрудно получить значения усеченной вероятности: $\hat{R}_{2,\text{усеч.}} = \frac{11}{24}(0{,}95 - 0{,}05) + 0{,}05 = 0{,}412$ и дисперсии: $\sigma(\hat{R}_{2,\text{усеч.}}) = \sigma(\hat{R}_2)(\tilde{R} - \underline{R})^2 =$ 0,01(0,95 – 0,05)^2 = 0,0081, $\sigma(\hat{R}_{2,\text{усеч}}) = 0{,}09$.

Следовательно, границы искомого толерантного интервала составляют:

$R_{2,H}$ = 0,412-1,645·0,09=0,26, $R_{2,B}$= 0,56, т.е. ширина доверительного интервала 0,30. При этом строгое соответствие принимается, если $R_{\text{доп}}$<0,26, мягкое соответствие – если $R_{\text{доп}}$<0,56, а строгое несоответствие – при $R_{\text{доп}}$>0,56.

Как видно, в случае оценки соответствия/несоответствия объекта окружающей среды нормативам, толерантный доверительный интервал сужается при учете погрешности измерений по сравнению со случаем, когда эта характеристика не учитывается (0,30<0,39). При этом повышаются требования к показателям качества контролируемых характеристик (0,26>0,14, 0,56>0,53). Учет же других характеристик, влияющих на точность исследования, например погрешности нормирования, может еще больше повысить требования к оценке контролируемых показателей.

Разработка и принятие стандартов, регламентирующих описанную методику сопоставимости результатов измерений при контроле различных объектов окружающей природной среды, позволили бы ссылаться на этот документ в нормативных правовых актах. Так, ссылка на него в СанПиН [19] обеспечит конструктивный диалог органов санитарно-эпидемиологического надзора и бизнеса. Метод «ссылки на стандарты» в этом случае разрешит и другие экологические коллизии, требующие оценки риска нарушения правил природопользования. Тем самым будет снята значительная часть трудностей управления природными ресурсами.

Заключение

Показана целесообразность сочетания нормативно-правового экологического регулирования со стандартами, обеспечивающими статистический подход к решению вероятностных задач охраны природных ресурсов. Ссылки на подобные экологические стандарты обеспечат корректную оценку соответствия контролируемых показателей нормативным требованиям, возможность сопоставления удельного веса отдельных характеристик работ с процессом природопользования в целом, а также трендовый сравнительный анализ темпов роста/снижения за несколько лет качества природного объекта по отношению к исходному (фоновому) значению. При этом законодательно предусмотренный механизм применения ссылок на стандарты в нормативных правовых актах, признанный эффективным многими министерствами и ведомствами, позволит

природоохранным органам обратиться к возможностям стандартизации для устранения коллизий и дискуссий вокруг нормативного обеспечения системы управления природопользованием.

Список литературы

1. Данилов-Данильян В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия / В.И. Данилов-Данильян, В.М. Катцов, Б.Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046.
2. Гейт Н.А. Защита экологических прав человека и гражданина в условиях глобализации // Право и современные государства. – 2013. – № 77. – С. 23–27.
3. Жаворонкова Н. Г., Агафонов В. Б. Правовые проблемы модернизации экологического управления // Вестник Университета им. О.Е. Кутафина. – 2016. – № 1. – С. 20–37.
4. Круглов В.В. Организационно-правовые проблемы обеспечения рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды в Российской Федерации (региональные аспекты) // Вестник Уральского института экономики, управления и права. – 2012. – № 4. – С. 21–28.
5. Барбашова Н.В. Проблемы правового регулирования экологических отношений в субъектах Российской Федерации // Российский юридический журнал. – 2020. – № 6. – С. 76–84.
6. Engel K. H. Harnessing the Benefits of Dynamic Federalism in Environmental Law // Emory Law Journal. – 2006. – Vol. 56. – Pp. 159–188.
7. Oates W. E. A Reconsideration of Environmental Federalism // Resources for the Future. – 2001. – November. – Pp. 1–54.
8. Шибина А.В. Проблемные вопросы совершенствования нормативной базы в экологической сфере // Проблемы предупреждения нарушений экологического законодательства: сборник статей материалов IX ежегодного научно-практического круглого стола (Иркутский юридический институт, 2022 г.). – Иркутск, 2022. – С. 134–137.
9. Боголюбов С.А. Актуальные проблемы экологического права: монография / С. А. Боголюбов. – Москва: Юрайт, 2018. – 498 с.
10. Максименко Ю.Л. Законодательство о промышленной экологии: основные проблемы и возможные пути решения. – URL: https://nisse.ru/articles/details.php?ELEMENT_ID=129470 (дата обращения: 25.09.2025).
11. Розенталь О.М. Значение стандартизации в системе регулирования рационального и экономного использования природных ресурсов / О.М. Розенталь, А.Г. Самбурский // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2025. – № 3(84). – С. 32–38.
12. ГОСТ Р ИСО/ТО 10017–2005. Статистические методы. Руководство по применению в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001. – Введ. 2006–07–01. – М.: Стандартинформ, 2005. – 38 с.
13. Александровская Л. Н. Интерпретация результатов измерений нескольких контролируемых показателей (на примере контроля качества воды) / Л. Н. Александровская, О. М. Розенталь // Законодательная и прикладная метрология. – 2013. – № 2. – С. 15–20.
14. ГОСТ Р 8.731–2010. Государственная система обеспечения единства измерений. Системы допускового контроля. Основные положения. – Введ. 2012–01–01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 15 с.
15. Джонсон Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных: пер. с англ. / Н. Джонсон, Ф. Лион. – М.: Мир, 1980. – 610 с.
16. ГОСТ Р 50779.29–2017. Статистические методы. Статистическое представление данных. Часть 6. Определение статистических толерантных интервалов. – Введ. 2018–07–01. – М.: Стандартинформ, 2017. – 40 с.
17. ГОСТ Р 8.736–2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. – Введ. 2012–09–01. – М.: Стандартинформ, 2012. – 19 с.
18. Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».
19. СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 28.01.2021.

References

1. Danilov-Danil'yan V.I., Katzov V.M., Porfir'ev B.N. Ekologiya i klimat: gde my sejchas i gde budem cherez dva-tri desyatiletiya. *Vestnik Rossijskoj akademii nauk*. 2023, vol. 93, no. 11, pp. 1032–1046.
2. Gejt N.A. Zashhita ekologicheskih prav cheloveka i grazhdanina v usloviyah globalizacii. *Pravo i sovremennye gosudarstva*. 2013, no. 77, pp. 23–27.
3. Zhavoronkova N.G., Agafonov V.B. Pravovye problemy modernizacii ekologicheskogo upravleniya. *Vestnik Universiteta im. O.E. Kutafina*. 2016, no. 1, pp. 20–37.

4. Kruglov V.V. Organizacionno-pravovye problemy obespecheniya racional'nogo ispol'zovaniya prirodnyh resursov i ohrany okruzhayushhej sredy v Rossijskoj Federacii (regional'nye aspekty). *Vestnik Ural'skogo instituta ekonomiki, upravleniya i prava*. 2012, no. 4, pp. 21–28.
5. Barbashova N.V. Problemy pravovogo regulirovaniya ekologicheskih otnoshenij v sub`ektah rossijskoj federacii. *Rossijskij yuridicheskij zhurnal*. 2020, no. 6, pp. 76–84.
6. Engel K.H. Harnessing the Benefits of Dynamic Federalism in Environmental Law. *Emory Law Journal*. 2006, vol. 56, pp. 159–188.
7. Oates W.E. A Reconsideration of Environmental Federalism. *Resources for the Future*. 2001, November, pp. 1–54.
8. Shibina A.V. Problemnye voprosy sovershenstvovaniya normativnoj bazy v ekologicheskoj sfere. *Problemy preduprezhdeniya narushenij ekologicheskogo zakonodatel'stva: sbornik statej materialov IX ezhegodnogo nauchno-prakticheskogo kruglogo stola* (Problems of prevention of violations of environmental legislation: collection of articles from the IX annual scientific and practical round table). Irkutsk, 2022, pp. 134–137.
9. Bogolyubov S.A. Aktual'nye problemy ekologicheskogo prava: monografiya. Moscow, Yurajt, 2018, 498 p.
10. Maksimenko Yu.L. Zakonodatel'stvo o promyshlennoj ekologii: osnovnye problemy i vozmozhnye puti resheniya. Available at: https://nisse.ru/articles/details.php?ELEMENT_ID=129470 (accessed 25 September 2025).
11. Rozental' O.M., Samburskij A.G. Znachenie standartizacii v sisteme regulirovaniya racional'nogo i ekonomnogo ispol'zovaniya prirodnyh resursov. Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya. 2025, vol. 84, no. 3, pp. 32–38.
12. GOST R ISO/TO 10017-2005. Statisticheskie metody. Rukovodstvo po primeneniyu v sootvetstvii s GOST R ISO 9001. M.: Standartinform, 2005, 38 p.
13. Aleksandrovskaya L.N., Rozental' O.M. Interpretaciya rezul'tatov izmerenij neskol'kih kontroliruemyh pokazatelej (na primere kontrolya kachestva vody). *Zakonodatel'naya i prikladnaya metrologiya*. 2013, no. 2. pp. 15–20.
14. GOST R 8.731–2010. Gosudarstvennaya sistema obespecheniya edinstva izmerenij. Sistemy dopuskovogo kontrolya. Osnovnye polozheniya. M.: Standartinform, 2011, 15 p.
15. Dzhonson N. Statistika i planirovanie eksperimenta v tekhnike i nauke. Metody obrabotki dannyh: per. s angl. M.: Mir, 1980, 610 p.
16. GOST R 50779.29–2017. Statisticheskie metody. Statisticheskoe predstavlenie dannyh. CHast' 6. Opredelenie statisticheskih tolerantnyh intervalov. M.: Standartinform, 2017, 40 p.
17. GOST R 8.736–2011. Gosudarstvennaya sistema obespecheniya edinstva izmerenij. Izmereniya pryamye mnogokratnye. Metody obrabotki rezul'tatov izmerenij. Osnovnye polozheniya. M.: Standartinform, 2012, 19 p.
18. Prikaz Rosrybolovstva ot 18.01.2010 № 20 «Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnyh ob'ektov rybokhozyajstvennogo znacheniya, v tom chisle normativov predel'no dopustimyh koncentracij vrednyh veshhestv v vodah vodnyh ob'ektov rybokhozyajstvennogo znacheniya».
19. SanPiN 1.2.3685–21. Gigienicheskie normativy i trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlya cheloveka faktorov sredy obitaniya: utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF 28.01.2021.

Для цитирования
Евлоева М.В., Якимов К.А. Система «Resilient Quality Ecosystem» для устойчивого развития российских высокотехнологичных мощностей / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 673–680.

УДК 658

СИСТЕМА «RESILIENT QUALITY ECOSYSTEM» ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКИХ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ МОЩНОСТЕЙ

***Евлоева М.В.**, канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизации и управления института высоких технологий, ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»*
***Якимов К.А.**, студент кафедры автоматизации и управления института высоких технологий, ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»*

Устойчивое развитие в современных реалиях имеет одно из главных значений как для бизнеса, так и для государств. Однако не во странах наблюдается высокий уровень развития основных отраслей промышленности. В данной статье проведен анализ инновационной активности отечественных и зарубежных компаний, предложен подход применения модели Адаптивной Качественной Экосистемы (RQE). Представлен авторский подход к реализации RQE, целью которой является построение инфраструктуры качества, которая генерирует инновации, обеспечивая их устойчивость к потрясениям. Разработаны поэтапные фазы реализации предложенного плана.

Ключевые слова: устойчивое развитие, Resilient, Quality, Ecosystem (RQE); стратегические буферы, кибербезопасность, инфраструктуры качества, стандарты, инновации.

RESILIENT QUALITY ECOSYSTEM SYSTEM FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RUSSIAN HIGH-TECH CAPACITIES

***Evloeva M.V.,** Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Automation and Management, Institute of High Technologies, FGBOU VO «IRNITU»*
***Zvyagintseva E.P.,** Student of the Department of Automation and Management, Institute of High Technologies, FGBOU VO «IRNITU»*

Sustainable development is of great importance for both businesses and governments in today's world. However, not all countries have a high level of development in their main industries. This article analyzes the innovation activities of domestic and foreign companies and proposes an approach based on the Adaptive Quality Ecosystem (RQE) model. The article presents an author's approach to implementing RQE, which aims to build a quality infrastructure that generates innovation and ensures its resilience to shocks. The article also outlines the step-by-step phases of implementing the proposed plan.

Keywords: Sustainable development, Resilient, Quality, Ecosystem (RQE); strategic buffers, cybersecurity, quality infrastructures, standards, innovation.

Введение

В современном мире традиционные системы управления качеством обеспечивают стабильность, но зачастую не способны стать инфраструктурой для прорывных инноваций, тем более в условиях постоянных потрясений. Однако некоторые развитые страны построили свою модель на доверии и качестве человеческого капитала. Мы считаем, что переход от

качества как стандарта к качеству как способности к адаптации является тем шагом, который поможет решить выше приведенные проблемы.

Авторами предлагается концепция Адаптивной Качественной Экосистемы (Resilient Quality Ecosystem). Это стратегия, превращающая управление качеством в динамическую платформу для развития инноваций. Это больше не протокол, а «иммунная система» экономики, основанная на цифровых двойниках, стресс-тестах и сетях модульного производства. Такой подход может позволить не просто смягчать удары, а использовать кризисы как возможность для укрепления и роста, создавая среду, где инновации протекают быстрее, так как они становятся более устойчивыми.

Основная проблематика статьи

За последние 5 лет инновационная активность российских организаций остается низкой и крайне неравномерной. В этом направлении лидируют Приволжский (15,5%) и Центральный (12,5%) округа, в то время как Северо-Кавказский – лишь 3,5%. Основная инновационная активность сосредоточена в сфере промышленного производства (16,2%), а сфера услуг, сельское хозяйство и строительство заметно отстают, что свидетельствует о слабой диверсификации и недостаточном инновационном развитии в целом (рис. 1) [4].

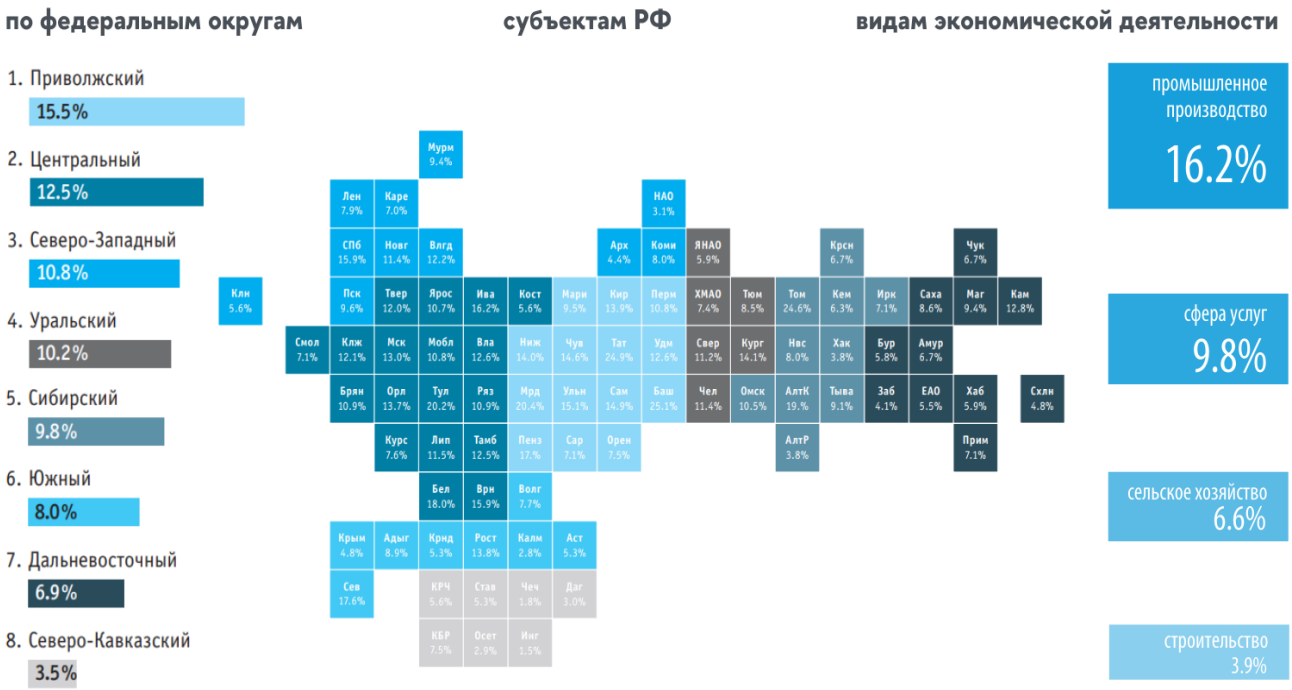


Рис. 1. Инновационная активность отечественных компаний

Как было сказано выше, основные отрасли хозяйственной деятельности страны показывают невысокие результаты. Если сравнить с другими станами, в частности с Финляндией, где инновационная активность в приоритете, то можно увидеть отличие уровней развития в данном направлении. В табл. 1 приведены данные инновационных систем этих стран [4, 5].

Таблица 1

Инновационные системы РФ и Финляндии за период 2020–2025 гг.

Показатель	Россия	Финляндия
Доля инновационно-активных организаций, %	10–15% (в среднем по стране)	62%

Показатель	Россия	Финляндия
Региональные различия (макс – мин)	От 15,5% (Приволжский) до 3,5% (Северо-Кавказский)	55–70% (по регионам)
Инновационная активность промышленности	16,2%	~21% предприятий имеют продуктовые инновации
Сфера услуг	9,8%	~60% предприятий вовлечены в инновации (особенно ICT и финансы)
Сельское хозяйство	6,6%	~30% предприятий внедряют технологические/организационные инновации
Строительство	3,9%	~40% предприятий используют инновационные технологии/материалы
Доля оборота от продуктовых инноваций	~7% (по высокотехнологичным отраслям)	16% (в среднем по всем предприятиям)
Сотрудничество бизнеса с университетами/НИИ	~20% предприятий-инноваторов	~55% предприятий-инноваторов

Исходя из приведенных данных, мы видим, что отечественные компании отстают от зарубежных по уровню инновационной вовлеченности бизнеса (10–15% против 62%), и при всем этом имеют сильные региональные различия и узкий отраслевой фокус (в основном промышленность). Зарубежные компании демонстрируют сбалансированную экосистему, где инновации охватывают большинство отраслей и поддерживаются устойчивыми связями бизнеса, науки и государства. Именно такой подход и следует применить в модели Адаптивной Качественной Экосистемы (Resilient Quality Ecosystem).

Для построения плана реализации модели RQE следует помнить, что должна быть такая инфраструктура качества, которая не просто контролирует, а генерирует инновации, обеспечивая их устойчивость к потрясениям.

Рис. 2. Основные точки опоры

Необходимо отметить, что после определения опорных точек следует, для детального описания концепции, разработать принципы реализации плана, рис. 3.

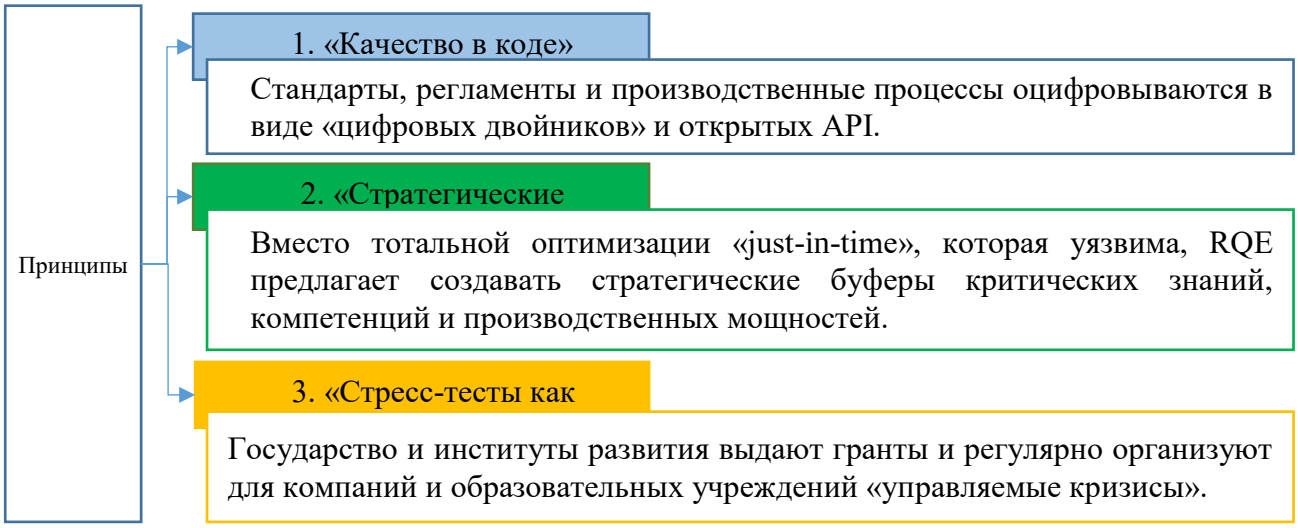


Рис. 3. Принципы реализации

Как видно из схемы, первый принцип позволит автоматически проверять совместимость новых разработок с экосистемой, моделировать риски и проводить «цифровые аудиты» в режиме 24/7. Второй принцип предполагает создание не гигантских запасов деталей, а, например, сеть «фаблабов» по стране, способных быстро подстроиться под печать нужных компонентов. Третий принцип диктует, что нужно имитировать кибератаки на их инфраструктуру, внезапные изменения в регуляторике, задачи на перестройку цепочек поставок за 72 часа. Прошедшие стресс-тест получают максимальный уровень доверия и поддержки.

Авторский подход к реализации «Адаптивной Качественной Экосистемы (RQE)», целью которой является построение инфраструктуры качества, которая не просто контролирует, а также генерирует инновации, обеспечивая их устойчивость к потрясениям, представлен на рис. 4–6.

Общий процесс построения был разделен по фазам. Сперва нужно определиться с принципом работы концепции и определиться с рабочими платформами, рис. 4.

Рис. 4. Первая фаза реализации RQE

После первой фазы компания, разрабатывающая, например, датчик для «умного города», будет знать, по какому стандарту работать в этом направлении, чтобы он был совместим с любой платформой в стране. Процесс заложения фундамента потребует до 12 месяцев. Далее, на рис. 5 представлена вторая фаза реализации плана.

Рис. 5. Вторая фаза реализации RQE

Как видно из рис. 5, компании смогут выходить на рынок не просто с инновационным, а с «антихрупким» продуктом, протестированным на устойчивость, а выпускники будут готовы не только к решению стандартных задач внутри организации, но и к управлению в условиях хаоса. Для запуска пилотных программ потребуется от 12 до 24 месяцев.

Следует отметить, что масштабирование, при разработке различных моделей играет одно из основных значений. Масштабирование и интеграция – это важные понятия в информационных технологиях и бизнесе, которые тесно связаны с ростом, развитием и расширением систем, продуктов, операций и инноваций. Масштабирование – это способность системы обрабатывать растущий объем работы без ухудшения производительности, надежности или доступности, в то время, как интеграция – это процесс объединения различных систем, приложений, данных или процессов для обеспечения их совместной работы как единого целого.

Исходя из понимания, что целью первого является обеспечение адекватной производительности и доступности по мере увеличения нагрузки, а целью второго – повышение эффективности, снижение избыточности, обеспечение согласованности данных и создание целостного представления об операциях, их следует объединить в один этап, а именно в следующую фазу, рис. 6.

Рис. 6. Третья фаза реализации RQE

После этого этапа, возможно, будет снижение зависимости от глобальных цепочек и ускорение инновационных циклов, помимо этого инвесторы смогут получить новый инструмент для оценки не того, «насколько компания будет прибыльна», а «насколько она будет жизнеспособна в кризис».

Заключение

Таким образом, Адаптивная Качественная Экосистема (RQE) является не просто интеграцией в глобальные цепочки для нашей страны, а стратегическим императивом для обеспечения ее технологического суверенитета. Успех этой концепции может определить не только конкурентоспособность отечественных компаний, но и их способность гибко реагировать на вызовы, где устойчивость является ключевым фактором успеха.

Список литературы

1. Евлоева М.В. Роль устойчивого развития в планировании производственных мощностей высокотехнологичного предприятия / М.В. Евлоева // Качество и жизнь. – 2024. – № 3. – С. 79–87.
2. Евлоева М.В. Определение алгоритма реализации процессов жизненного цикла продукции при достижении целей устойчивого развития в промышленном производстве / М.В. Евлоева // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 9. – С. 105–110.
3. Лонцих П.А. Мотивация учета баланса интересов ESG-критериев устойчивого развития / П.А. Лонцих, М.В. Евлоева, Е.Ю. Головина // Автоматизация в промышленности. – 2024. – № 2. – С. 29–31.
4. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.rulit.me/books/antihrupkost-kak-izvlech-vygodu-iz-haosa-read-332360-1.html – свободный. Официальный сайт Электронная библиотека.
5. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://raexpert.eu/esg_corporate_ranking/ – ESG.

References

1. Evloeva, M.V. The Role of Sustainable Development in Planning the Production Capacities of a High-Tech Enterprise / M.V. Evloeva // Quality and Life. – 2024. – No. 3. – Pp. 79–87.

2. Evloeva, M.V. Determination of the algorithm for implementing the processes of the product life cycle in achieving the goals of sustainable development in industrial production / M.V. Evloeva // Izvestiya of Tula State University. Technical Sciences. – 2024. – No. 9. – Pp. 105–110.
3. Lontsikh, P.A. Motivation for Considering the Balance of Interests of ESG Criteria for Sustainable Development / P.A. Lontsikh, M.V. Evloeva, E.Yu. Golovina // Automation in Industry. – 2024. – No. 2. – Pp. 29–31.
4. [Electronic resource] – Access mode: https://www.rulit.me/books/antihrupkost-kak-izvlech-vygodu-iz-haosa-read-332360-1.html – free. Official website of the electronic library.
5. [Electronic resource] – Access mode: https://raexpert.eu/esg_corporate_ranking/ – ESG.

Для цитирования
Ковальчук Н.В., Иванов И.А., Будкин Ю.В., Асланян Г.Г. Обоснование новой серии стандартов обеспечения качества аддитивного производства / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 681–686.

УДК 006.354

ОБОСНОВАНИЕ НОВОЙ СЕРИИ СТАНДАРТОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ковальчук Н.В., *аспирант НИТУ МИСИС, Россия, г. Москва*
Иванов И.А., *канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры теоретической физики и квантовых технологий, научный руководитель ПИШ МАСТ, Россия, г. Москва*
Будкин Ю.В., *д-р техн. наук, профессор, директор научного центра Российского института стандартизации, Россия, г. Москва*
Асланян Г.Г., *заведующий лабораторией технологий холодной обработки металлов и зубчатых передач, АО «НПО «ЦНИИТМАШ», Россия, г. Москва*

В статье обосновывается необходимость разработки новой серии национальных стандартов для аддитивного производства. На основе анализа существующих нормативных документов и производственных практик предлагаются решения по стандартизации сырья, оборудования, технологических процессов и контроля качества. Реализация предлагаемых подходов позволит обеспечить высокую воспроизводимость и надежность продукции, конкурентоспособность российских изделий, а также расширить интеграцию отечественной индустрии в международные цепочки поставок.

Ключевые слова: аддитивное производство, управление качеством, стандартизация, контроль сырья, мониторинг процессов, постобработка.

JUSTIFICATION FOR A NEW SERIES OF QUALITY ASSURANCE STANDARDS IN ADDITIVE MANUFACTURING

Kovalchuk N.V., *PhD student, NUST MISiS, Russia, Moscow*
Ivanov I.A., *PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor at the Department of Theoretical Physics and Quantum Technologies, Scientific Supervisor of the PISH MAST, Russia, Moscow*
Budkin Y.V., *DSc in Engineering, Professor, Director of the Scientific Center of the Russian Standardization Institute, Russia, Moscow*
Aslanian G.G., *Head of the Laboratory for Metal Cold Working Technologies and Gear Systems, JSC "NPO TsNIITMASH", Russia, Moscow*

This paper substantiates the need for developing a new series of national standards for additive manufacturing. Building upon an analysis of current regulatory documents and industrial practices, the authors propose solutions for standardizing raw materials, equipment, technological processes, and quality control measures. The implementation of these approaches is expected to ensure high reproducibility and reliability of products, enhance the competitiveness of Russian-made components, and promote the integration of domestic industry into international supply chains.

Keywords: additive manufacturing, quality management, standardization, raw material control, process monitoring, post-processing.

Введение

Россия занимает 11-е место в рейтинге стран по объему рынка аддитивных технологий (АТ), что соответствует около 1,4% от мирового рынка. Такая доля РФ говорит о том, что

рынок АТ в стране находится в стадии формирования. Подобная ситуация вызывает сомнения в технологическом лидерстве России в области аддитивных технологий.

Ключевой причиной низких темпов внедрения АТ является недоверие к аддитивному производству (АП) в целом и к аддитивным материалам в частности. Одной из основных проблем, сдерживающих внедрение АТ в машиностроительный сектор экономики РФ, является недостаточность нормативно-технической базы, изначально построенной для традиционных технологических процессов. Значительное число национальных документов не решает главную задачу – формирование доверия к изделиям, изготовленным методами АТ.

В связи с этим актуальной задачей являются разработка, обоснование и стандартизация новых подходов, гарантирующих соответствие требованиям к качеству аддитивного изделия и синтезированного материала. Одним из активно развивающихся направлений в области контроля и обеспечения качества серийного аддитивного производства является применение систем непосредственного контроля (in-situ monitoring) за процессом АТ, а также цифровая паспортизация аддитивной продукции, включающая в себя цифровой след формирования структуры и свойств аддитивного материала.

Особенности внедрения аддитивных технологий в промышленное производство

Успешность внедрения новых технологических решений определяется появлением новых возможностей и экономической эффективностью. Барьером внедрения аддитивных технологий часто становится то, что существующие конструкторские решения изначально разрабатывались для традиционного производства. Попытка интегрировать аддитивные технологии в существующие производственные цепочки, где детали проектировались для ковки и фрезеровки, обычно приводит к существенному удорожанию.

В качестве примера рассмотрим схематичное изготовление кронштейна (см. рис. 1). Традиционно кронштейн изготавливают из кованной, термообработанной заготовки, заготовки методом фрезеровки[1]. Если изготавливать аналогичное изделие методом аддитивных технологий, то стоимость изделия возрастет, в том числе из-за использования дорогостоящего оборудования и исходных материалов. Следует отметить, что аддитивные технологии дают не готовое решение, а заготовку, которая также должна подвергаться термической обработке и, хотя и в меньшем по сравнению с традиционными технологиями объеме, механической обработке. Таким образом, для повышения экономических показателей необходимо конструировать изделия специально для использования аддитивных технологий. Такими конструкциями могут стать изделия сложной геометрии, с развитой внутренней структурой, имеющие меньшее количество элементов, включающих в себя ячеистые структуры[2], материалы, и с управляемым уровнем свойств.

Важно отметить, что применение аддитивных технологий не всегда приводит к снижению затрат, если производить детали, изначально спроектированные под традиционные методы. Для достижения экономической эффективности необходимо разрабатывать изделия специально для аддитивного производства, учитывая все его преимущества. Такие изделия могут иметь сложную геометрию, развитую внутреннюю структуру и управляемые свойства материалов. Яркими примерами являются индивидуальные имплантаты для челюстно-лицевой хирургии с зонами остеоинтеграции, теплообменники со специальной поверхностью для эффективного теплообмена, камеры сгорания и индукторы, в конструкции которых реализованы сложные каналы для охлаждения.

Среди наиболее показательных примеров деталей, которые выигрывают от применения аддитивных технологий, можно назвать сложные элементы самолета, такие как

[1] Это иллюстрация традиционного производства такого типа изделий. В традиционном производстве такого типа изделия, в зависимости от требований и прочих условий, можно производить с использованием разных технологий, в том числе литейных, сварки из проката и пр.

[2] Для контекста данной публикации стоит провести границу. Ячеистые структуры в традиционных технологиях – это простые повторяющиеся ячейки (как пчелиные соты), ограниченные формами и материалами, часто изготавливаемые отдельно и собираемые. В аддитивном производстве ячеистые структуры сложные, настраиваемые, печатаются сразу внутри детали, экономя материал и позволяя создавать уникальные формы для специфических задач (например, легкие детали в авиации или пористые имплантаты), которые могут иметь также и градиент по технологическим параметрам, например одна и та же форма ячейки с меняющимся размером от одного края детали до другого.

оптимизированные по весу долговечные лонжероны или интегральные крепежные элементы, а также дистанцирующие решетки, отличающиеся легкой ячеистой структурой. Они широко используются в авиационной и энергетической промышленности. Максимальный эффект от внедрения новых технологий достигается тогда, когда детали и узлы изначально проектируются для аддитивного производства, что позволяет создавать конструкции, обладающие уникальными характеристиками, недостижимыми с использованием традиционных методов.

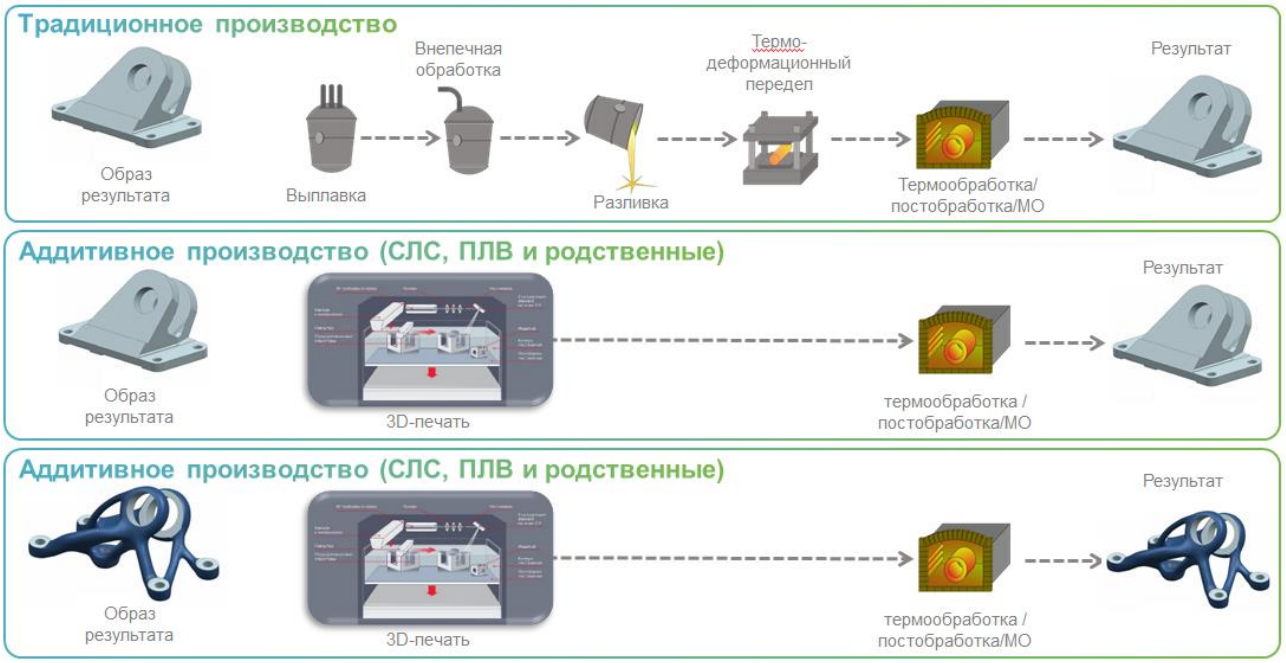


Рис. 1. Особенности аддитивного производства на примере изготовления кронштейна

Контроль качества и цифровая прослеживаемость в аддитивном производстве

К сожалению, это не является единственной проблемой на пути внедрения АТ. Второй ключевой проблемой является отсутствие нормативно-технической документации, а также обоснованных методик контроля качества аддитивной продукции и материала. В настоящий момент разработано более 50[3] стандартов АТ. Например, ГОСТ Р 59131–2020 «Аддитивные технологии. Изделия фигурные из алюминиевых сплавов. Общие технические условия» или ГОСТ Р 59038–2020 «Аддитивные технологии. Подтверждение качества и свойств металлических изделий». Но имеющиеся ГОСТы не позволяют в полной мере гарантировать соответствие требованиям, которые предъявляются к изделию, полученному методом АТ. Действительно, рассмотрим изделие с развитой внутренней структурой (см. рис. 2). Для обеспечения качества изделий, в первую очередь ответственного применения, требуется обеспечить нужный уровень механических свойств и структуры материала. Учитывая, что в аддитивном процессе материала тепловые условия формирования структуры и свойств в каждой точке изделия разные, то гарантировать их соответствие требованиям не представляется возможным. Ни образы-свидетели, ни исследование жертвенных экземпляров не могут гарантировать повторяемость, так как аддитивный процесс сложный и подвержен многим случайным факторам (например, в СЛП возможно запыление лазерно-оптической системы, что приводит к изменению энерговклада при сплавлении и, как следствие, к изменению формирующейся структуры и свойств синтезируемого материала). В силу наличия развитой внутренней геометрии использование УЗК ограничено. Использование томографических исследований – длительное и дорогостоящее, при этом не дающее информацию о качестве материала в части его структуры и свойств.

[3] В рамках работы ТК 182 утверждены и вступили в действие 53 национальных стандарта (https://viam.ru/tk182/uproject)

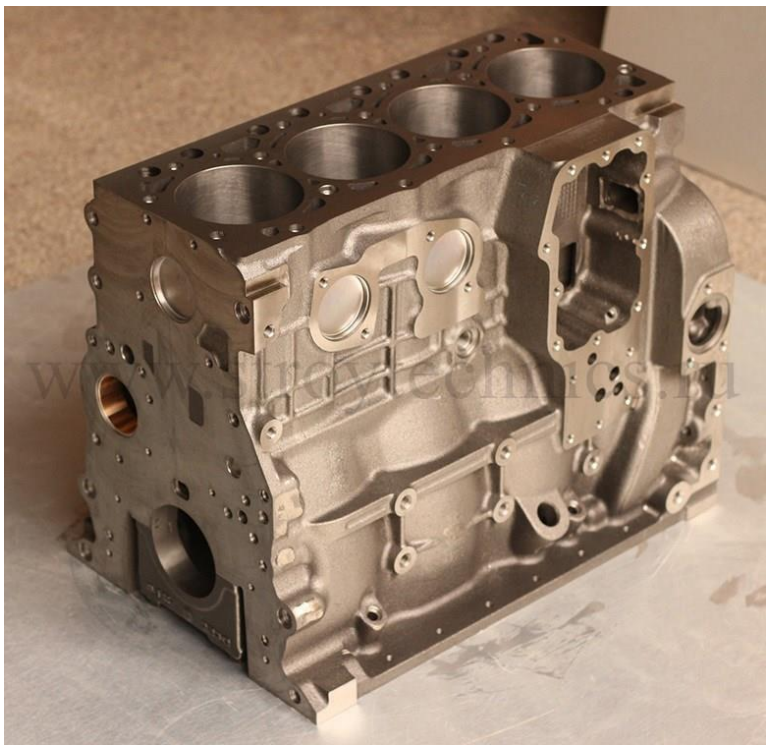


Рис. 2. Пример изделия, имеющего сложную геометрию, в том числе скрытые полости

В качестве потенциального решения предлагается рассмотреть использование систем непосредственного контроля за процессом выращивания изделия. Это поможет гарантировать тепловые условия формирования структуры и свойств материала в каждой точке изделия при его серийном производстве (см. рис. 3, 4).

(а)

(б)

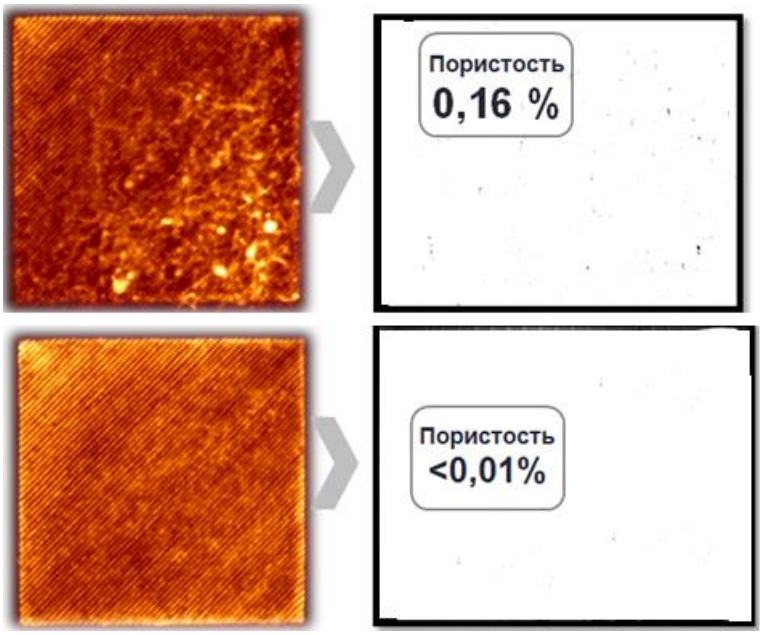
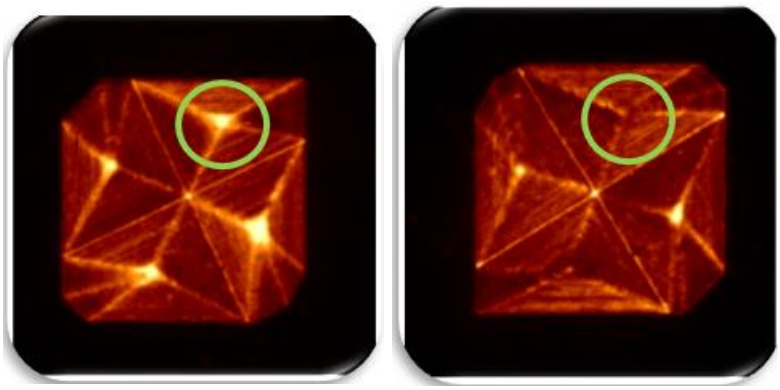


Рис. 3. Данные от системы контроля с пористостью синтезируемого материала



(а) (б)

Рис. 4. Данные от системы контроля с пористостью синтезируемого материала

Разработка предложений и обоснование подходов к формированию новой серии стандартов, регламентирующих обеспечение качества процессов аддитивного производства, с учетом отраслевых, международных и национальных требований.

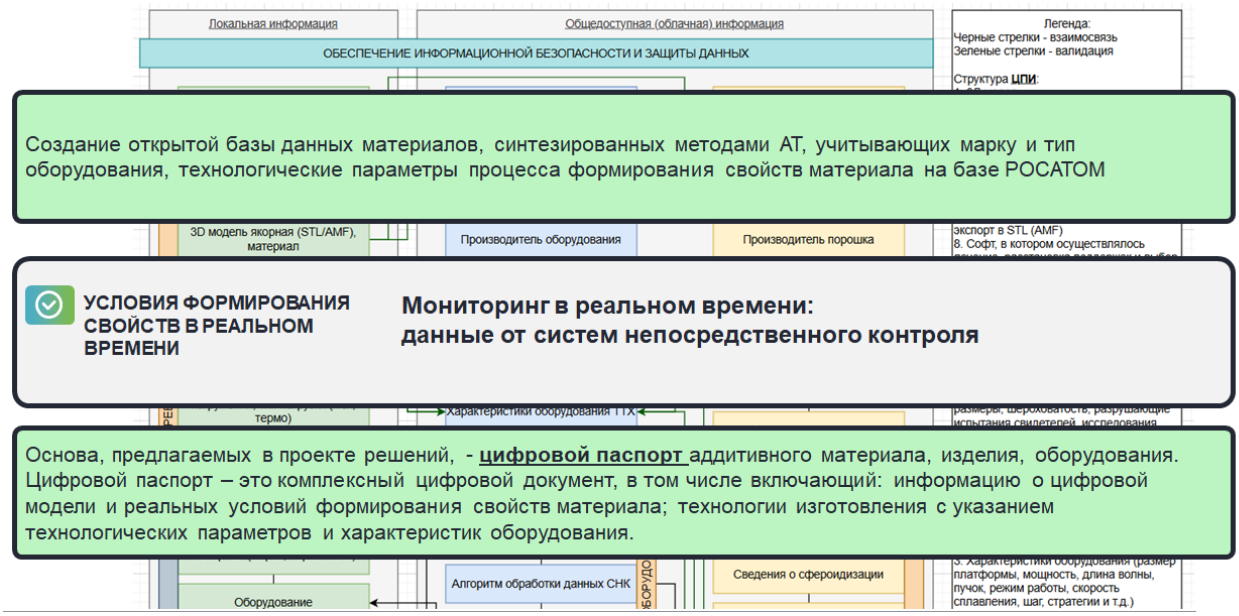


Рис. 5. Цифровая экосистема аддитивных материалов

Основой предлагаемых решений является цифровая паспортизация аддитивного материала и аддитивной продукции, а также условий для ее внедрения в производство (см. рис. 5).

Цифровой паспорт аддитивной продукции – это комплексный цифровой документ, включающий информацию о цифровой модели изделия; технологии изготовления; материале изделия; условиях формирования структуры и свойств аддитивного материала. Наличие цифрового паспорта позволит увеличить темп формирования базы данных свойств аддитивных материалов; классифицировать исходные материалы в соответствии с нормативно-технической документацией (ГОСТ, ТУ, СТО); прогнозировать эксплуатационные характеристики наукоемкой техники, в которой используются детали, изготовленные методом АТ; обеспечит прослеживаемость на всем жизненном цикле аддитивной продукции. Основным преимуществом цифрового паспорта является интеграция разрозненных данных в единую цифровую цепочку, обеспечивающую сквозную прослеживаемость на всех этапах жизненного цикла изделия. Кроме того, системы in-situ мониторинга переходят из разряда дополнительных опций в категорию обязательных

элементов технологического оснащения при производстве изделий повышенного уровня ответственности.

Инфраструктура цифровой оценки соответствия

Инфраструктура цифровой оценки соответствия объединяет единые базы данных цифровых паспортов и моделей, сквозные системы мониторинга in-situ с возможностью онлайн-контроля качества, а также интегрированные платформы для лабораторных и виртуальных испытаний. Ключевой составляющей этой системы являются механизмы автоматической сертификации и проверки полноты данных, а также взаимодействие с государственными и корпоративными системами стандартизации.

Заключение

Развитие аддитивных технологий в России требует системного подхода, включающего совершенствование технических решений и создание современной нормативно-технической базы, обеспечивающей доверие к конечной продукции. Анализ показал, что без интеграции процессов in-situ мониторинга и цифровой паспортизации невозможно обеспечить воспроизводимость и гарантировать необходимый уровень качества изделий сложной геометрии, особенно для ответственных отраслей промышленности. В современном мире растут требования к надежности, прослеживаемости и стандартизации продукции, что делает цифровые паспорта и комплексные системы контроля неотъемлемой частью производственного процесса, особенно при серийном выпуске высокотехнологичных изделий.

Создание единой инфраструктуры цифровой оценки соответствия, объединяющей базы паспортов, онлайн-мониторинг, лабораторные и виртуальные испытания, а также интеграцию с государственными и корпоративными стандартами, позволит повысить темпы внедрения аддитивных технологий и вывести отечественную промышленность на новый уровень конкурентоспособности.

Список литературы

1. Кузнецов П.А. Аддитивное производство – эпоха инноваций // Стандарты и качество. 2015. № 6. С. 94–96.
2. Казанцева Н.К. Технические барьеры в торговле и пути их устранения / Н.К. Казанцева, Т.В. Казанцева, Е.С. Синегубова // Труды XI Международного евразийского симпозиума «Деревообработка: технология, оборудование, менеджмент XXI века». Екатеринбург. 2016. С. 24–28.
3. Технический комитет по стандартизации «Аддитивные технологии» ТК 182 [Электронный ресурс]: официальный сайт ФГУП «ВИАМ». Режим доступа: http://viam.ru/tk_182.
4. Технический комитет по стандартизации ТК 182 [Электронный ресурс]: официальный сайт Росстандарта. Режим доступа: http://www.gost.ru/wps/portal/pages/directions?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/gost/GOSTRU/directions/Standardization/techcom.
5. Программа разработки национальных стандартов ТК 182 [Электронный ресурс]: официальный сайт ФГУП «ВИАМ». Режим доступа: http://viam.ru/stprogram.

References

1. Kuznetsov P.A. Additive Manufacturing – The Age of Innovation // Standards and Quality. 2015. No. 6. Pp. 94–96.
2. Kazantseva N.K. Technical Barriers in Trade and Ways to Overcome Them / N.K. Kazantseva, T.V. Kazantseva E.S. Sinegubova // Proceedings of the XI International Eurasian Symposium "Woodworking: Technology, Equipment, Management of the 21st Century". Yekaterinburg, 2016. Pp. 24–28.
3. Technical Committee for Standardization "Additive Technologies" TC 182 [Electronic resource]: official website of FSUE "VIAM". Available at: http://viam.ru/tk_182.
4. Technical Committee for Standardization TC 182 [Electronic resource]: official website of Rosstandart. Available at: http://www.gost.ru/wps/portal/pages/directions?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/gost/GOSTRU/directions/Standardization/techcom.
5. National Standards Development Program of TC 182 [Electronic resource]: official website of FSUE "VIAM". Available at: http://viam.ru/stprogram.

Для цитирования

Кольчурина И.Ю., Макаров Г.В., Кольчурина М.А. Совершенствование системы оперативного планирования железнодорожных перевозок на промышленном предприятии / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 687–693.

УДК: 005.6

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Кольчурина И.Ю., *канд. техн. наук, доцент, директор Института передовых инженерных технологий, заведующий кафедрой менеджмента качества и инноваций ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк*

Макаров Г.В., *канд. техн. наук, доцент кафедры менеджмента качества и инноваций ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк*

Кольчурина М.А., *аспирант, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк*

Исследование посвящено актуальной проблеме оперативного планирования подвижного состава на железнодорожной станции, интегрированной в производственную цепочку металлургического предприятия. Актуальность обусловлена необходимостью разработки специализированных информационно-аналитических решений, учитывающих отраслевые особенности (отсутствие строгого расписания, многопоточность, высокие требования к срокам обработки специфических грузов), что затрагивает вопросы стандартизации подходов к управлению логистическими процессами в условиях неопределенности и слабой информационной интеграции. Основным авторским результатом является разработка методики и математической модели для расчета суточной потребности в локомотивах, основанной на принципах пропорциональности производства, учета времени экипировки и оптимизации загрузки. Новизна работы заключается в применении подхода, связывающего плановые показатели цеха (выпуск продукции) с потребностями в транспорте, использовании карт статистического контроля (Шухарта) для оценки управляемости процесса и создании автоматизированной системы оперативного планирования. Предложенное решение позволяет перейти от экспертного опыта к формализованному управлению, повышая эффективность использования ресурсов

Ключевые слова: оперативное планирование, подвижной состав, математическая модель, автоматизированная система.

IMPROVEMENT OF THE OPERATIONAL PLANNING SYSTEM FOR RAILWAY TRANSPORTATION AT AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

Kolchurina I.Y., *PhD, Associate Professor, Department of Quality Management and Innovations, Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia*

Makarov G.V., *PhD, Associate Professor, Department of Quality Management and Innovations, Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia*

Kolchurina M.A., *PhD Student, Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia*

This article tackles the operational planning of rolling stock at a railway station serving a major metallurgical enterprise. Standard scheduling systems are inadequate here due to unique challenges: the absence of a strict production schedule, imperative deadlines for specific cargoes (e.g., liquid metal), volatile production plans, complex multi-stream logistics, and poor data integration. These issues highlight the need for specialized information solutions, touching upon aspects of standardizing management processes in unpredictable industrial environments. The authors' primary contribution is

a novel methodology and a mathematical model for calculating daily locomotive demand. The model dynamically links the required number of locomotives to the shop's production plan (pig iron output). Its core principles are proportionality to the plan, accounting for maintenance downtime, and load optimization. A preliminary analysis using Shewhart control charts confirmed the process's statistical controllability, validating the subsequent modeling. The key result is a formalized six-step algorithm. It calculates the baseline requirement based on the production plan, forecasts utilization, adjusts for a target load, incorporates corrections for maintenance, and determines the final locomotive count. The novelty lies in applying this incremental adjustment model for real-time operational planning, directly connecting production metrics to transport logistics needs. This methodology was implemented in an automated decision support system. The transition from subjective, experience-based planning to a formalized approach significantly enhances the efficiency and reliability of resource allocation in a volatile industrial setting, demonstrating the practical value of the proposed models

Keywords: operational planning, rolling stock, mathematical model, automated system.

Введение

Планирование подвижного состава станции грузопассажирских перевозок традиционно основывается на жестком графике (расписании), в связи с чем ключевой задачей управления становится оперативное устранение нештатных ситуаций – сбоев, задержек, поломок и т.д.

Оперативному планированию и техническому нормированию эксплуатационной работы посвящено большое количество исследований. В работе [1] представлены общие подходы, посвященные этой теме. В [2] рассматриваются вопросы оптимизации потребного количества моторвагонного подвижного состава для обслуживания региональных и городских линий по заданным размерам движения с использованием математических методов и современных информационных технологий на транспорте. Также большое внимание уделяют грузо-пассажирскому железнодорожному транспорту зарубежные авторы. В работе [3] авторы предлагают два метода. Первый метод позволяет определить количественные параметры подвижного состава (километраж, эффективность, оборот и т.д.). Второй основан на специально разработанных математических моделях, опирающихся на качественные характеристики, такие как относительные расходы, эффективность конкретного поезда, относительные затраты ресурсов, стоимость поездов и т. д. В [4] авторы рассматривают реальную задачу планирования железнодорожного подвижного состава, известную как задача о назначении поездных единиц (TUAP), возникшая у регионального оператора поездов на севере Италии.

Необходимо отметить, что в настоящее время разработан ряд алгоритмов и программ, направленных на решение данных задач [5–6].

Однако при планировании подвижного состава станции, являющейся частью производственной цепочки металлургического предприятия, выявили ряд особенностей, принципиально отличающих данную задачу от классических, а именно:

1) отсутствие расписания по выпуску некоторых видов продукции и, следовательно, отсутствие среднесрочного планирования;

2) строгий запрет на задержки при погрузке-выгрузке некоторых видов продукции (например, жидкого металла);

3) нечеткое следование производственным планам ввиду особенностей технологии производства;

4) многопоточность и гибкую структуру загрузки/выгрузки материалов и, соответственно, логистических путей;

5) недостаточную информационную интеграцию производственных подразделений.

Существующие информационно-аналитические системы планирования и контроля железнодорожного состава компаний, занимающихся железнодорожными перевозками, не обеспечивают достаточной эффективности их применения в данных условиях.

Основная проблематика статьи

Для решения задачи планирования подвижного состава станции необходимо определить возможность построения зависимости от плановых показателей производственного цеха выпуска жидкого металла. При анализе данных для планирования количества подвижного состава были определены отклонения между плановыми и фактическими показателями работы производственного цеха, выпускающего жидкий металл. Отклонения между планом и фактом выпуска металла за 67 смен приведены на рис. 1.

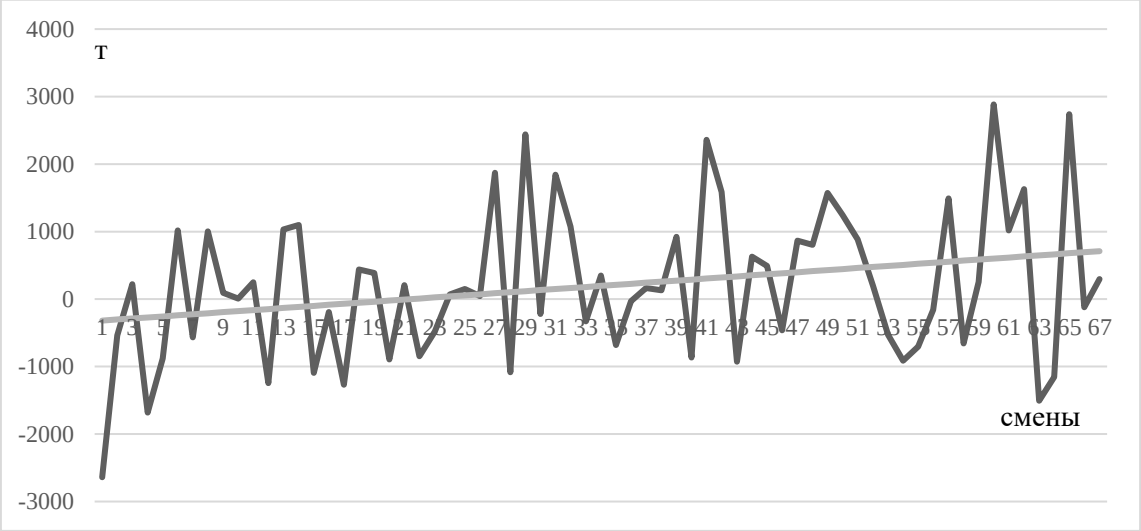


Рис. 1. График отклонений фактических и плановых показателей

Одним из методов определения статистической управляемости процесса является построение карты Шухарта. На рис. 1 видно, что в выпуске металла присутствует тенденция, что не позволяет применить метод без ее устранения. На рис. 2 представлена карта Шухарта для центрированного относительно нуля этого же процесса.

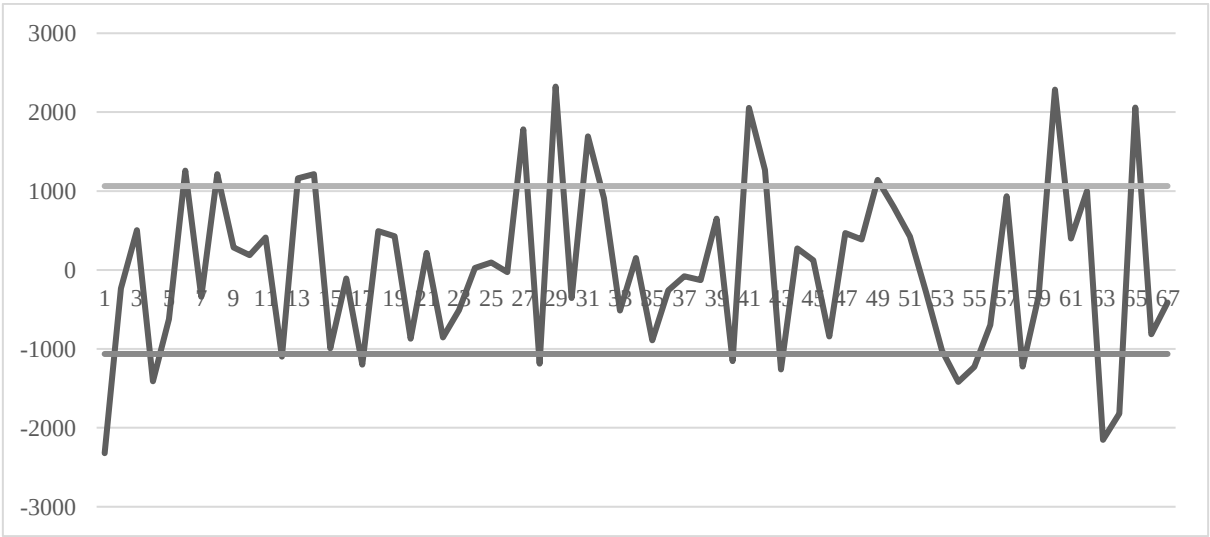


Рис. 2. Карта Шухарта для отклонений фактических и плановых показателей

На гистограмме ряда (рис. 3) подавляющее большинство значений (85%) лежит в пределах ±2σ, что позволяет говорить об отсутствии аномальных выбросов.

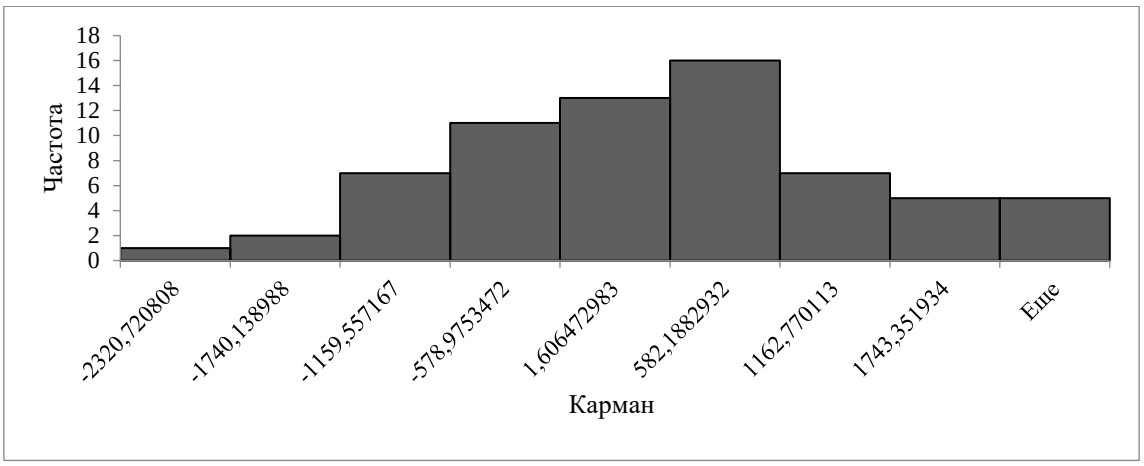


Рис. 3. Гистограмма отклонений фактических и плановых показателей

Из анализа можно сделать вывод о статистической управляемости процесса. Дальнейшая работа направлена на построение регрессионных моделей зависимости количества подвижного состава от плановых показателей и применение натурно-математических пересчетных моделей в приращениях [7] для оперативной корректировки отклонений от плановых показателей.

Для расчета суточной потребности локомотивов было принято решение о применении линейных моделей на основании обобщающей плановой характеристики – плана производства чугуна. Основные принципы при построении модели:

– пропорциональность – потребность в локомотивах рассчитывается пропорционально изменению плана производства;

– учет экипировки – время технического обслуживания влияет на доступность локомотивов;

– оптимизация загрузки – корректировка количества локомотивов для достижения целевой загрузки.

Исходные данные включают значения фактических показателей предыдущей смены, настроечные параметры и планируемые показатели следующей смены:

- N_{prev} – количество локомотивов в предыдущую смену, шт.;
- η_{prev} – фактическая загрузка в предыдущую смену, %;
- P_{prev} – план производства чугуна в предыдущую смену, т;
- E_{prev} – количество локомотивов на экипировке в предыдущую смену, шт.;
- η_{target} – целевая загрузка, %;
- t_{equip} – время экипировки одного локомотива, час;
- P_{next} – план производства чугуна на следующую смену, т;
- E_{next} – планируемое количество локомотивов к экипировке, шт.

Расчеты можно условно разделить на 6 этапов.

Этап 1: Расчет потребности в локомотивах по плану производства.

Требуемое количество локомотивов для нового плана

$$N_{required}^{plan} = \frac{P_{next} \cdot N_{prev}}{P_{prev}}. \quad (1)$$

Приращение локомотивов по плану

$$\Delta N^{plan} = N_{required}^{plan} - N_{prev}. \quad (2)$$

Этап 2: Расчет прогнозируемой загрузки.

Прогнозируемая загрузка при новом плане

$$\eta_{future} = \frac{P_{next} \cdot \eta_{prev}}{P_{prev}} \cdot \frac{N_{prev}}{N_{required}^{plan}}. \quad (3)$$

Этап 3: Корректировка на целевую загрузку.

Требуемое количество локомотивов для целевой загрузки

$$N_{required}^{target} = N_{required}^{plan} \cdot \frac{\eta_{future}}{\eta_{target}}. \quad (4)$$

Корректировка на загрузку

$$\Delta N^{loading} = N_{required}^{target} - N_{required}^{plan}. \quad (5)$$

Этап 4: Корректировка на экипировку.

Емкость экипировки в сутки

$$C_{equip} = \frac{24}{t_{equip}}. \quad (6)$$

Эффективное время работы предыдущей смены

$$T_{eff}^{prev} = 24 - E_{prev} \cdot t_{equip}. \quad (7)$$

Корректировка на экипировку в предыдущую смену

$$\Delta N_{equip}^{prev} = E_{prev} \cdot \frac{t_{equip}}{24}. \quad (8)$$

Корректировка на планируемую экипировку

$$\Delta N_{equip}^{next} = E_{next} \cdot \frac{t_{equip}}{24}. \quad (9)$$

Итоговая корректировка на экипировку

$$\Delta N_{equip}^{total} = \Delta N_{equip}^{next} - \Delta N_{equip}^{prev}. \quad (10)$$

Этап 5: Финальный расчет потребности в локомотивах.

Итоговое требуемое количество локомотивов

$$N_{final} = N_{required}^{target} + \Delta N_{equip}^{total}. \quad (11)$$

Общее требуемое количество локомотивов (с округлением)

$$N_{total} = \lceil N_{final} \rceil. \quad (12)$$

Итоговое приращение локомотивов

$$\Delta N_{final} = N_{total} - N_{prev}. \quad (13)$$

Этап 6: Расчетная загрузка при целочисленном количестве локомотивов.

Расчетная загрузка

$$\eta_{calc} = \eta_{future} \cdot \frac{N_{required}^{plan}}{N_{total}}. \quad (14)$$

Дополнительные расчетные параметры

Количество экипировок в сутки

$$N_{equip}^{daily} = \frac{24}{t_{equip}}. \quad (15)$$

Общее время экипировки

$$T_{equip}^{total} = E_{next} \cdot t_{equip.} \quad (16)$$

Полученные математические зависимости были положены в основу автоматизированной системы оперативного планирования железнодорожных перевозок на промышленном предприятии (рис. 4).

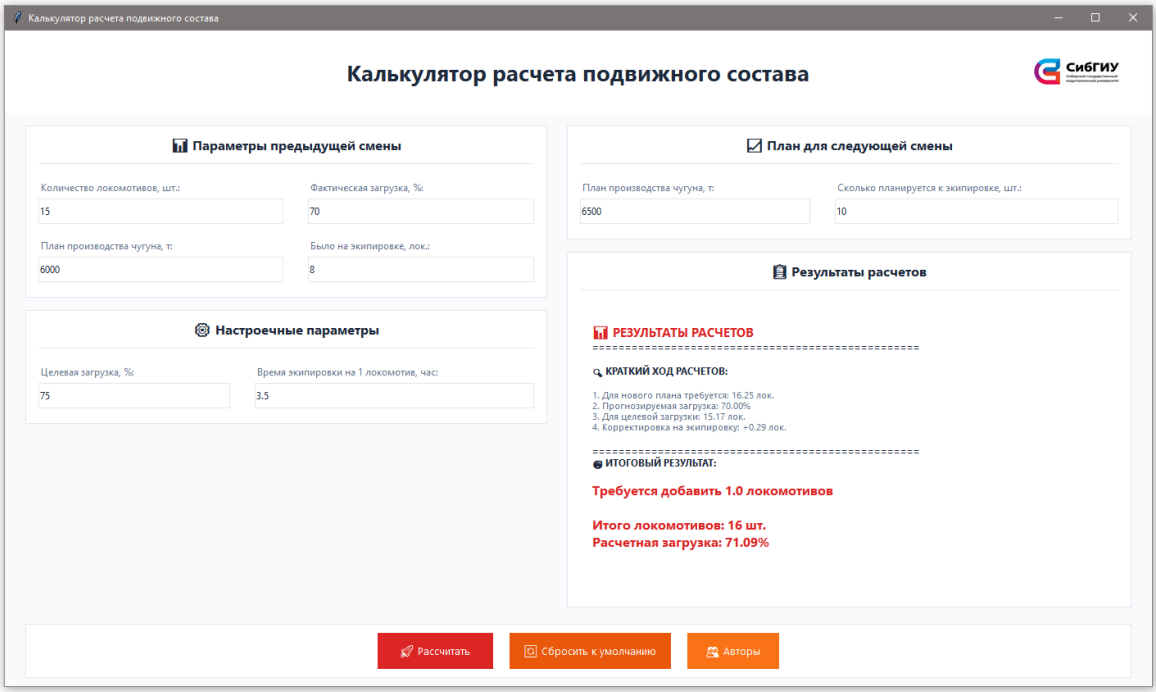


Рис. 4. Интерфейс модуля расчета потребности в локомотивах в составе автоматизированной системы оперативного планирования

Заключение

Полученные результаты позволяют повысить эффективность оперативного планирования железнодорожных перевозок на промышленном предприятии, поскольку ранее планирование осуществлялось лишь на основании опыта. В настоящее время проводится опытная эксплуатация, промежуточные результаты которой уже позволяют говорить о корректности разработанных моделей и средств.

Список литературы

1. Одуденко Т.А. Оперативное планирование и техническое нормирование эксплуатационной работы в современных условиях: учебное пособие / Т.А. Одуденко, Г.В. Санькова. – М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2024. – 76 с. – ISBN 978-5-907695-47-4.
2. Кузнецов В.Г. Информационно-аналитическая модель решения задачи расчета потребного количества моторвагонного подвижного состава в региональном и городском сообщениях / В.Г. Кузнецов, В.Г. Козлов, И.М. Литвинова // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: наука и транспорт. – 2013. – № 2(27). – С. 74–78.
3. Kaminskas, S. (2002). Strategic planning of the rolling stock in transportation by rail. Transport, 17(6), 230–233. https://doi.org/10.1080/16483840.2002.10414049.
4. Valentina Cacchiani, Alberto Caprara, Paolo Toth (2019) An Effective Peak Period Heuristic for Railway Rolling Stock Planning. Transportation Science 53(3):746-762. https://doi.org/10.1287/trsc.2018.0858.
5. Панков Р.Н. Алгоритм и структура расчета потребного количества подвижного состава, необходимого для перевозки части связи железнодорожным транспортом / Р.Н. Панков, И.В. Гаврилик, А.У. Жантлесов // Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях: Труды II межвузовской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 9 февраля 2017 года. Том 1. – Санкт-Петербург: ФГКВО «Военная академия связи имени маршала Советского Союза С.М. Буденного» Министерства обороны Российской Федерации, 2017. – С. 330–333.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020614347, Российская Федерация. Программа расчета потребного количества подвижного состава в зависимости от количества пассажиров и видов перевозимой специальной техники: № 2020613335: заявл. 23.03.2020: опубл. 01.04.2020 / Б.А. Шерстнев.
7. О натурно-модельном подходе и теории подобия применительно к системам управления / В.Ф. Евтушенко, А.А. Ивушкин, К.Г. Венгер [и др.] // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. AS'2019: Труды XII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Новокузнецк,

28–30 ноября 2019 года / Под общ. ред. С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2019. – С. 21–24.

References

1. Odudenko T.A. Operational planning and technical standardization of operational work in modern conditions: Textbook / T.A. Odudenko, G.V. Sankova. – Moscow: Federal State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education «Educational and Methodological Center for Education in Railway Transport», 2024. – 76 p. – ISBN 978-5-907695-47-4.
2. Kuznetsov V.G. Information and analytical model for solving the problem of calculating the required number of multiple-unit rolling stock in regional and urban communications / V.G. Kuznetsov, V.G. Kozlov, I.M. Litvinova // Bulletin of the Belarusian State University of Transport: Science and Transport. – 2013. – No. 2 (27). – P. 74–78.
3. Kaminskas, S. (2002). Strategic planning of the rolling stock in transportation by rail. Transport, 17(6), 230–233. https://doi.org/10.1080/16483840.2002.10414049.
4. Valentina Cacchiani, Alberto Caprara, Paolo Toth (2019) An Effective Peak Period Heuristic for Railway Rolling Stock Planning. Transportation Science 53(3):746–762. https://doi.org/10.1287/trsc.2018.0858.
5. Pankov, R. N. Algorithm and structure for calculating the required amount of rolling stock required for transporting part of the communications by rail / R. N. Pankov, I. V. Gavrilik, A. U. Zhantlesov // Problems of technical support of troops in modern conditions: Proceedings of the II interuniversity scientific and practical conference, St. Petersburg, «Military Academy Of Communications Named After Marshal Of The Soviet Union S. M. Budenny» Of The Ministry Of Defense Of The Russian Federation, 2017. – Pp. 330–333.
6. Certificate of state registration of computer program No. 2020614347 Russian Federation. Program for calculating the required number of rolling stock depending on the number of passengers and types of special equipment transported: No. 2020613335: declared. 23.03.2020: published. 01.04.2020 / B. A. Sherstnev.
7. On the natural-model approach and similarity theory as applied to control systems / V. F. Evtushenko, A. A. Ivushkin, K. G. Venger [et al.] // Automation systems in education, science and production. AS'2019: Proceedings of the XII All-Russian scientific and practical conference (with international participation), Novokuznetsk, November 28–30, 2019 / edited by S. M. Kulakov, L. P. Myshlyaev. – Novokuznetsk: Siberian State Industrial University, 2019. – Pp. 21–24.

Для цитирования
Копьёва М.А., Остапенко М.С. Совершенствование системы менеджмента качества при производстве пластиковых элементов для водоочистного оборудования / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 694–699.

УДК 658

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛАСТИКОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ВОДООЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

***Копьёва М.А.**, аспирант кафедры станков и инструментов, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Россия, г. Тюмень*
***Остапенко М.С.**, доцент, канд. техн. наук, доцент кафедры станков и инструментов, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Россия, г. Тюмень*

В статье рассматриваются направления совершенствования системы менеджмента качества (СМК) при производстве пластиковых элементов для водоочистного оборудования. Особое внимание уделено интеграции международных стандартов ISO 9001, ISO 4427, EN 12201 и NSF/ANSI 61 в процессы проектирования, формования и контроля продукции. Представлены методы мониторинга качества, прослеживаемости партий, обучения персонала и контроля сварных соединений. Разработаны рекомендации по внедрению принципов TQM и цифрового IoT-мониторинга для повышения надежности, стабильности и конкурентоспособности изделий.

Ключевые слова: менеджмент качества, стандарты ISO, водоочистное оборудование, прослеживаемость, пластики, SPC, TQM.

IMPROVEMENT OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN THE PRODUCTION OF PLASTIC COMPONENTS FOR WATER TREATMENT EQUIPMENT

***Kopyova M.A.**, PhD student, Department of Machine Tools and Tooling, Tyumen University of Industrial, Tyumen, Russia*
***Ostapenko M.S.**, Associate Professor, PhD in Technical Sciences, Department of Machine Tools and Tooling, Tyumen University of Industrial, Tyumen, Russia*

The article explores the improvement of the quality management system (QMS) in the production of plastic elements for water treatment equipment. Particular attention is given to integrating international standards ISO 9001, ISO 4427, EN 12201, and NSF/ANSI 61 into the design, molding, and quality control processes. Methods for quality monitoring, batch traceability, personnel training, and weld inspection are presented. Recommendations for implementing TQM principles and digital IoT monitoring are provided to enhance reliability, process stability, and product competitiveness.

Keywords: quality management, ISO standards, water treatment equipment, traceability, plastics, SPC, TQM.

Производство водоочистного оборудования требует высокой стабильности технологических процессов и соответствия продукции международным стандартам качества и безопасности. Пластиковые элементы – корпуса фильтров, трубы, фитинги, крышки и элементы реакторов электрокоагуляции – играют ключевую роль в долговечности и экологической безопасности оборудования.

На практике качество продукции определяется не только точностью формования, но и контролем сварных соединений, правильностью подбора сырья, соблюдением температурных

режимов и режимов охлаждения. Ошибки на любом этапе производственного процесса могут привести к снижению надежности изделий, увеличению доли рекламаций и потере доверия заказчиков.

Современные требования рынка и законодательства, а также стремление к экспортной ориентации продукции требуют интеграции международных стандартов ISO 9001, ISO 4427, EN 12201 и NSF/ANSI 61 в систему менеджмента качества предприятия. Это позволяет системно подходить к управлению производственными процессами, минимизировать дефекты и повысить конкурентоспособность изделий на внутреннем и внешнем рынках [1–5].

Цель и задачи исследования

Целью исследования является совершенствование системы менеджмента качества при производстве пластиковых элементов для водоочистного оборудования на основе интеграции международных стандартов и цифровых технологий контроля.

Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

1. Провести анализ требований международных стандартов ISO 9001:2015, ISO 4427, EN 12201 и NSF/ANSI 61 и определить их применимость к процессам производства пластиковых изделий.
2. Разработать систему мониторинга качества и прослеживаемости партий продукции.
3. Определить критические показатели качества формования пластиковых элементов, включая параметры температурного режима, давления, скорости охлаждения и геометрической точности изделий.
4. Внедрить методы статистического контроля процессов (SPC) для оценки стабильности технологических операций.
5. Разработать рекомендации по интеграции принципов TQM и цифрового IoT-мониторинга для повышения надежности, снижения дефектности и повышения конкурентоспособности продукции.

Материалы и методы исследования

Для исследования применялись комплексные методы, позволяющие системно анализировать качество производства пластиковых элементов для водоочистного оборудования.

Методы исследования:

- Системный анализ технологических процессов производства и выявление критических точек контроля качества.
- Стандартизация и нормативное регулирование – изучение требований ISO 9001, ISO 4427, EN 12201, NSF/ANSI 61.
- Статистический контроль процессов (SPC) – контроль стабильности технологических параметров, выявление отклонений и трендов.
- Диаграмма Парето – определение приоритетных дефектов в производственном процессе.
- Контрольные карты Шухарта – оценка вариации ключевых параметров продукции [6].
- Анализ несоответствий и рекламаций для выявления источников брака и повышения надежности продукции.

Система мониторинга качества:

- Сбор данных о температуре, давлении, скорости охлаждения при формовании пластиковых изделий.
- Визуальный и измерительный контроль геометрической точности, гладкости поверхности и отсутствия внутренних дефектов.
- Регистрация результатов в электронных журналах качества с возможностью отслеживания каждой партии изделий.

Прослеживаемость:

– Маркировка партий и изделий с уникальными идентификаторами.
– Протоколирование параметров оборудования и условий формования.
– Обеспечение возможности быстрого выявления и изъятия бракованной продукции.

Контроль сварных соединений:

– Испытания на герметичность и прочность труб и корпусов из ПЭ и ПП.
– Ведение протоколов по стандартам EN 12201-3 и ISO 21307.

Обучение персонала:

– Проведение регулярных тренингов и аттестации операторов и контролеров.
– Формирование системы мотивации за качественное выполнение операций и соблюдение технологических регламентов.

Эти методы позволили получить достоверную информацию о стабильности технологических процессов, выявить ключевые источники дефектов и разработать рекомендации по повышению качества и надежности продукции.

Результаты исследования и рекомендации по совершенствованию СМК

Анализ производства пластиковых элементов показал, что основные дефекты распределяются по принципу, представленному в табл. 1 и на рис. 1:

Таблица 1

Распределение дефектов

Тип дефекта	**Доля (%)**
Усадка	35
Неровность поверхности	25
Расслоение	18
Пузырьки воздуха	12
Прочие	10

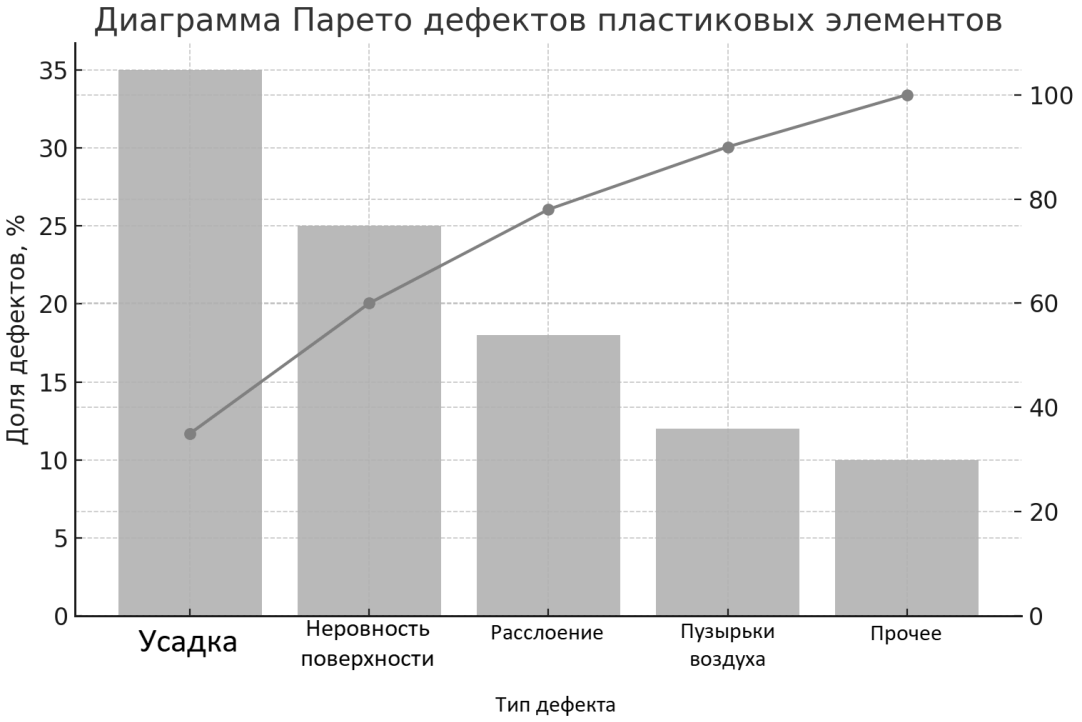


Рис. 1. Диаграмма Парето дефектов формованных пластиковых элементов

Основными причинами дефектов являются несоответствие температурных режимов и недостаточная вентиляция пресс-форм. Рекомендуется корректировка технологических параметров и усовершенствование форм [7].

Для оценки стабильности процесса формования применялась контрольная карта X-R по толщине изделий [8]:

- Средняя толщина изделий находилась в пределах ±0,2 мм допуска;
- Все точки контроля укладывались в контрольные пределы;
- Незначительные отклонения оперативно устранялись корректировкой температурного режима и давления при формовании.

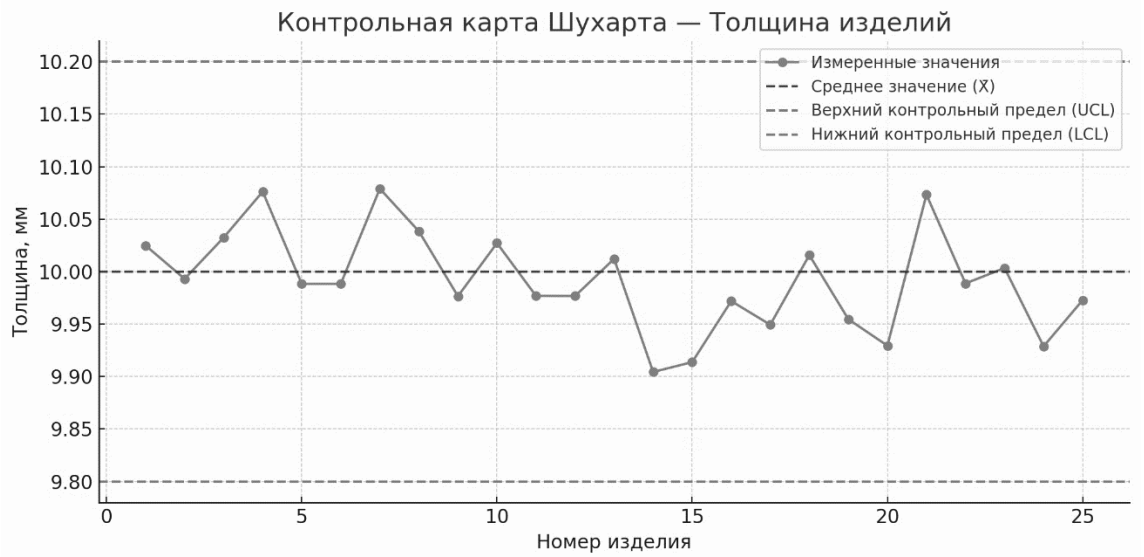


Рис. 2. Контрольная карта Шухарта – толщина изделий

Процесс формования является управляемым, но требует постоянного мониторинга для поддержания стабильности параметров.

Система прослеживаемости [14]:

- Внедрение QR-кодов для каждой партии изделий.
- Возможность отслеживания происхождения сырья, параметров цикла и результатов испытаний.
- Повышение прозрачности производственного процесса и ускорение выявления несоответствий.

Рекомендации по совершенствованию системы менеджмента качества

На основе проведенного анализа дефектов и технологических параметров можно предложить ряд конкретных мер по улучшению системы менеджмента качества, направленных на снижение доли брака и повышение стабильности процессов.

Необходимо внедрить строгий контроль критических параметров формования пластика, в первую очередь температуры расплава, давления пресс-формы и скорости охлаждения [9]. Согласно результатам исследования колебания температуры на ±5 °C приводят к увеличению доли дефектов на 8–10%, а нестабильность давления ±0,2 МПа – на 6–7%. Поэтому рекомендуется установка автоматизированной системы контроля с цифровыми датчиками и сигнализацией отклонений, что позволит поддерживать параметры в допустимых пределах и снизить количество брака как минимум на 15% [10].

Для контроля качества изделий необходимо внедрить статистический контроль процессов (SPC). Контрольные карты Шухарта показали, что 14% изделий выходили за допустимые пределы толщины, что указывает на нестабильность производственного процесса. Регулярное отслеживание данных в режиме реального времени позволит своевременно выявлять отклонения и корректировать параметры, снижая вероятность выхода бракованных изделий [11].

Каждая партия продукции должна иметь уникальный идентификатор с указанием параметров формования, даты выпуска и смены производства [7]. Это позволит не только

быстро выявлять причины брака, но и проводить анализ повторяющихся проблем. Согласно международной практике внедрение такой системы снижает время анализа дефектов на 30–40% и повышает управляемость производственного цикла.

Кроме того, целесообразно интегрировать принципы TQM (Total Quality Management), включая вовлечение персонала в процессы улучшения качества, регулярное обучение и оценку компетенций [12]. Опыт показывает, что обучение операторов повышает точность контроля технологических параметров и позволяет снижать долю дефектов на 5–7% [13].

Наконец, для повышения автоматизации и надежности рекомендуется использование IoT-датчиков для мониторинга температуры, давления и влажности на линии формования. Данные в режиме реального времени позволят создавать аналитические отчеты и прогнозировать возможные отклонения до того, как они приведут к браку. Применение цифрового мониторинга и аналитики прогнозирует снижение дефектов до 20% и повышение стабильности толщины изделий до 95% случаев [13].

В целом комплексное применение этих рекомендаций обеспечит значительное улучшение качества продукции, повышение стабильности производственного процесса и снижение экономических потерь, связанных с браком.

Заключение

Проведенное исследование позволило выявить ключевые факторы, влияющие на качество пластиковых элементов для водоочистного оборудования, и оценить эффективность текущих производственных процессов. Диаграмма Парето показала, что основные дефекты – усадка, неровности поверхности, расслоение и пузырьки – составляют более 70% всех проблем. Контрольные карты Шухарта выявили, что в 14% случаев толщина изделий выходит за допустимые пределы, что свидетельствует о нестабильности технологических параметров.

На основании этих данных были разработаны рекомендации по совершенствованию системы менеджмента качества. Внедрение цифрового мониторинга критических параметров, SPC-контроля и системы прослеживаемости партий позволяет снизить долю дефектов на 15–20%, повысить стабильность толщины изделий до 95% и уменьшить время анализа брака на 30–40%. Использование принципов TQM и обучение персонала дополнительно повышает эффективность контроля и вовлеченность сотрудников, снижая вероятность ошибок на 5–7%.

Таким образом, реализация предложенных мероприятий создает основу для повышения надежности и стабильности продукции, уменьшения экономических потерь, связанных с браком, и увеличения конкурентоспособности предприятия на рынке. Кроме того, внедрение цифровых технологий и статистического контроля формирует предпосылки для дальнейших улучшений процессов и выхода на международный рынок с продукцией, соответствующей требованиям ISO и отраслевым стандартам [14].

В целом исследование подтвердило, что комплексный подход к управлению качеством, основанный на количественном анализе дефектов и контроле технологических параметров, является эффективным инструментом повышения стабильности и надежности формованных пластиковых изделий [15].

Список литературы

1. ISO 9001:2015 Quality Management Systems – Requirements. Geneva: ISO, 2015.
2. ISO 4427-1:2019 Plastics piping systems – Polyethylene (PE) pipes for water supply – Part 1: General. Geneva: ISO, 2019.
3. EN 12201-1:2024 Пластиковые трубопроводные системы для водоснабжения. Полиэтилен (PE). Ч. 1: Общие положения. Брюссель: Европейский комитет по стандартизации, 2024.
4. NSF/ANSI 61:2020. Компоненты систем водоснабжения. Влияние на здоровье человека. Анн-Арбор, MI: NSF International, 2020.
5. NQA. Руководство по внедрению ISO 9001:2015. Лондон: NQA, 2016.
6. ГОСТ Р 50779.42–99 Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. М.: Стандартинформ, 2000.
7. Тверяков А.М. Совершенствование методов управления качеством // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2020. Т. 22, № 1 (93). С. 50–55.
8. Feigenbaum A.V. Total Quality Control. 1983.

9. Бойцов Б.В., Рахманов М.Л., Савельев А.Г., Будкин Ю.В., Куприков Н.М., Долгова Т.В., Шишкин А.В. Стандартизация в Российской Федерации: учебное пособие. – М.: Изд-во МАИ, 2020.
10. Juran J.M., Gryna F.M. Quality Planning and Analysis: From Product Development Through Use. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2010.
11. Taguchi G. Introduction to Quality Engineering. Tokyo: Asian Productivity Organization, 1986.
12. Остапенко М.С., Холбоева У.Ш. Анализ современных инструментов управления качеством // Сб. трудов конф. Тюмень: ТИУ, 2025. С. 287–289.
13. Papić L., Klochkhov Yu., Aronov J., Gazizulina A. Systems Reliability: Statistical Analysis and Applications. Belgrad: The Research Center of Dependability and Quality Management DQM, 2022. 164 p.
14. Платошин Л.П. Управление качеством изготовления пластмассовых изделий на основе стандартизации / Л.П. Платошин // Проектирование, контроль и управление качеством продукции и образовательных услуг: материалы IX Всерос. науч.-тех. конф. Москва–Тольятти: ТГУ, 2006. Ч. 2. С. 113–115.
15. Gao Y., Liu J. Digital Twin-Based Quality Control for Injection Molding // Procedia CIRP. 2023. Vol. 119. P. 256–263.

References

1. ISO 9001:2015. *Quality Management Systems – Requirements.* Geneva: ISO, 2015.
2. ISO 4427-1:2019. *Plastics piping systems – Polyethylene (PE) pipes for water supply – Part 1: General.* Geneva: ISO, 2019.
3. EN 12201-1:2024. *Plastikovye truboprovodnye sistemy dlya vodosnabzheniya. Polietilen (PE). Chast' 1: Obshchie polozheniya.* Bryussel': Evropeiskii komitet po standartizatsii, 2024.
4. NSF/ANSI 61:2020. *Komponenty sistem vodosnabzheniya. Vliyanie na zdorov'e cheloveka.* Ann-Arbor, MI: NSF International, 2020.
5. NQA. *Rukovodstvo po vnedreniyu ISO 9001:2015.* London: NQA, 2016.
6. GOST R 50779.42–99. *Statisticheskie metody. Kontrol'nye karty Shukharta.* Moscow: Standartinform, 2000.
7. Tveryakov A.M. Sovershenstvovanie metodov upravleniya kachestvom // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk.* 2020. Vol. 22, No. 1 (93). Pp. 50–55.
8. Feigenbaum A.V. *Total Quality Control.* New York: McGraw-Hill, 1983.
9. Boitsov B.V., Rakhmanov M.L., Savel'ev A.G., Budkin Yu.V., Kuprikov N.M., Dolgova T.V., Shishkin A.V. *Standartizatsiya v Rossiiskoi Federatsii: uchebnoe posobie.* Moscow: MAI Publ., 2020.
10. Juran J.M., Gryna F.M. *Quality Planning and Analysis: From Product Development Through Use.* 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2010.
11. Taguchi G. *Introduction to Quality Engineering.* Tokyo: Asian Productivity Organization, 1986.
12. Ostapenko M.S., Kholboeva U.Sh. Analiz sovremennykh instrumentov upravleniya kachestvom // *Sbornik trudov konferentsii.* Tyumen': TIU, 2025. Pp. 287–289.
13. Papic L., Klochkhov Yu., Aronov J., Gazizulina A. *Systems Reliability: Statistical Analysis and Applications.* Belgrad: The Research Center of Dependability and Quality Management DQM, 2022. 164 p.
14. Platoshin L.P. Upravlenie kachestvom izgotovleniya plastmassovykh izdelii na osnove standartizatsii // *Proektirovanie, kontrol' i upravlenie kachestvom produktsii i obrazovatel'nykh uslug: materialy IX Vserossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii.* Moscow–Tolyatti: TGU, 2006. Pt. 2. Pp. 113–115.
15. Gao Y., Liu J. Digital Twin-Based Quality Control for Injection Molding // *Procedia CIRP*. 2023. Vol. 119. Pp. 256–263.

Для цитирования
Лонцих П.А., Лихота Р.В., Головина Е.Ю., Лонцих Н.П., Большаков Р.С. Применение метода фрактального анализа в устойчивом развитии высокотехнологичного комплекса диспетчерского управления движением поездов / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 700–707.

УДК 65.011; 330.131

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА В УСТОЙЧИВОМ РАЗВИТИИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО КОМПЛЕКСА ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ

Лонцих П.А., *д-р техн. наук, профессор кафедры автоматизации и управления, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Россия, г. Иркутск*
Лихота Р.В., *магистрант кафедры автоматизации и управления, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Россия, г. Иркутск*
Головина Е.Ю., *канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и цифровых бизнес-технологий, института экономики, управления и права, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Россия, г. Иркутск*
Лонцих Н.П., *канд. пед. наук, доцент кафедры автоматизации и управления института высоких технологий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет»*
Большаков Р.С., *канд. техн. наук, доцент кафедры управления эксплуатационной работой, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения», Россия, г. Иркутск*

Рассматривается высокотехнологичный комплекс диспетчерского управления движением поездов как техническая система с распределенной структурой, обладающей свойствами фрактальной размерности. Исследуются возможности использования методологии фрактального анализа для оценки признаков подобия частей диспетчерской централизации. Представлены детализированные схемы диспетчерской централизации с учетом имеющихся связей между элементами. Представлен математический аппарат, наиболее точно отражающий свойства диспетчерской централизации как распределенной технической системы.

Ключевые слова: метод диакоптики, фрактальный анализ, сложная техническая система, диспетчерская централизация, железнодорожный транспорт.

APPLICATION OF THE FRACTAL ANALYSIS METHOD IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF A HIGH-TECH TRAIN CONTROL SYSTEM

Loncih P.A., *Doctor of Technical Sciences, Professor Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk*
Likhota R.V., *Master's student Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk*
Golovina E.Yu., *Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk*
Lontsikh N. P., *Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk*
Bolshakov R.S., *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Irkutsk State Transport University, Irkutsk*

A high-tech complex for dispatcher control of train traffic is considered as a technical system with a distributed structure possessing properties of fractal dimension. The possibilities of using fractal analysis methodology to assess the similarity features of parts of centralized traffic control are investigated. Detailed schematics of the centralized traffic control system, taking into account the existing connections between elements, are presented. A mathematical framework that most accurately reflects the properties of the centralized traffic control system as a distributed technical system is presented.

Keywords: diacoptic method, fractal analysis, complex technical system, dispatch centralization, railway transport, similarity theory.

Введение

Системы управления современных высокотехнологичных предприятий включают в свой состав сложное технологическое оборудование и инструменты. Принципы действия, характеристики и физико-механические параметры функционирования таких систем и процессов требуют учета динамики таких систем, как правило, описываемых многомерными, нелинейными дифференциальными уравнениями. Аналитическое или численное решение таких задач может быть сложным либо затруднительным. Но такие решения необходимы как для анализа состояния технологического оборудования, так и для идентификации подходов, методов, инструментов процессного управления, определения результативности процессов и управления рисками высокотехнологичных предприятий. Каким же образом найти решение при рассмотрении их динамики, анализе параметров управления в целом для единой заданной сложной системы? По состоянию на сегодня существуют принципы и подходы такого решения при предварительном расчленении на какие-то составляющие и последующем интегрировании.

Укажем на два существующих подхода и рассмотрим приемлемость их использования для поставленной задачи. На наш взгляд, целесообразно в этих целях остановиться на методе диакоптики и на фрактальном анализе. Формально метод диакоптики и фрактальный анализ – это два разных подхода: диакоптика предполагает расчленение исходных, больших механических, электрических либо любых других инженерных задач и систем управления путем разделения их на подсистемы с последующим анализом свойств заданной системы, а при фрактальном анализе исследуют близкие, самоподобные, аналогичные структуры и их свойства. Авторы настоящей статьи имеют опыт исследования применимости метода диакоптики для сложных механических, нелинейных систем, решения задачи динамики при структурной интерпретации многомерных нелинейных виброактивных систем, что позволило оценить возможность анализа или управления рисками таких систем [5, 6, 8–11].

Применение метода диакоптики или декомпозиционного подхода эффективно и при решении задач динамики технологического оборудования высокотехнологичных предприятий. Расчленение исходной системы большой размерности и сложной структуры на ряд подсистем простой структуры сводит сложную многомерную задачу к некоторой координированной комбинации задач существенно меньшей размерности.

В [8, 9] показано, что решение задачи анализа параметров движения и управления рисками при обращении к методу диакоптики выполняется при структурной интерпретации решения нелинейных дифференциальных уравнений движения [6].

В настоящей статье показана возможность решения аналогичных задач при обращении к фрактальному анализу. Оценка интегрального применения метода диакоптики и фрактального анализа для обозначенных выше задач представляется авторам как предмет дальнейшего исследования.

Целью исследования является оценка возможностей применения метода фрактального анализа в устойчивом развитии высокотехнологичного комплекса диспетчерского управления движением поездов.

Материалы и методы исследования

Современная промышленность, охватывая энергетику, транспорт, машиностроение и IT, все больше зависит от сложных технических систем, чья эффективность и отказоустойчивость становятся залогом устойчивого развития целых отраслей. Однако рост их масштабов за счет интеграции существующих решений, постоянное увеличение эксплуатационных нагрузок, внедрение автоматизированных технологий с минимальным участием человека, а также растущее влияние внешних факторов – все это требует принципиально новых подходов к моделированию. Адекватная модель такой системы должна быть не только адаптивной, но и учитывать отраслевую специфику, достоверно воспроизводить реальные производственные циклы и обладать достаточной глубиной детализации для отображения взаимосвязей между ее компонентами.

Нелинейная и динамичная природа сложных технических систем требует принципиально новых подходов к их анализу. Одним из таких инструментов выступает фрактальная теория, предлагающая уникальную методологию для декомпозиции и изучения присущих этим системам сложных структур [1, 2].

Ключевым понятием данной концепции, введенным Бенуа Мандельбротом, является масштабная инвариантность, или самоподобие. Это свойство проявляется в том, что структуры системы обнаруживают сходные паттерны на разных уровнях рассмотрения – от общего вида до мельчайших деталей. Именно эта повторяемость позволяет использовать фракталы в качестве модели для прогнозирования поведения системы в условиях неопределенности и многомасштабного взаимодействия ее компонентов [1].

В рамках данного исследования фрактальному анализу была подвергнута система диспетчерского управления движением поездов в границах Восточно-Сибирской железной дороги – диспетчерская централизация (ДЦ) «Сетунь». Отметим, что система диспетчерской централизации представляет собой интегрированный программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий централизованное управление движением поездов в реальном времени. С единого диспетчерского пульта оператор (ДНЦ) осуществляет мониторинг состояния объектов железнодорожной инфраструктуры, включая стрелочные переводы и сигнальные устройства, с возможностью непосредственного управления ими для построения маршрутов следования подвижного состава в пределах закрепленного участка контроля.

Внедрение данной системы обеспечивает комплексный оперативный эффект: повышение пропускной способности железнодорожных линий, рост уровня безопасности перевозок, а также значительное сокращение эксплуатационных расходов. Оптимизация кадровых ресурсов позволяет уменьшить штатную численность персонала на 50–60 единиц на каждые 100 километров пути [3].

Система ДЦ «Сетунь» имеет иерархическое уровневое строение, представленное на рис. 1.

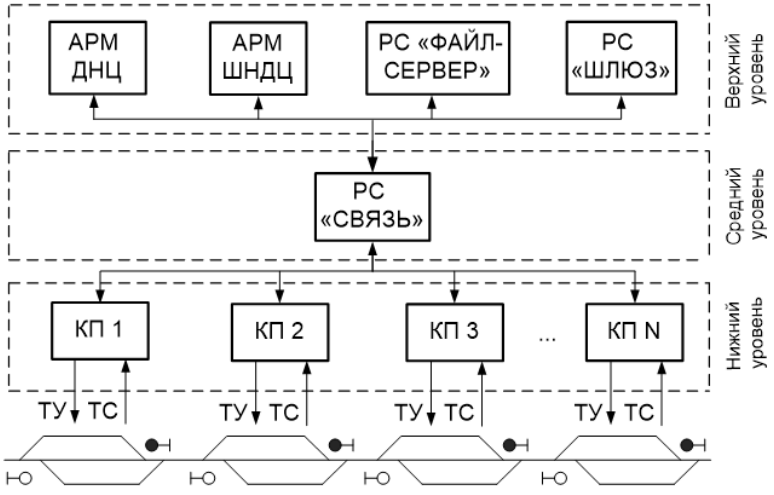


Рис. 1. Структурная схема ДЦ «Сетунь»

Нижний уровень системы ДЦ – это программно-аппаратные средства контролируемых пунктов, которые производят сбор телесигналов (ТС) дискретной информации о состоянии устройств электрической или микропроцессорной централизации станции для передачи по каналам связи (линейный тракт ДЦ) к компьютеру РС «Связь». Команды телеуправления (ТУ) поступают от РС «Связь» в соответствии с адресом в КП, где происходит формирование команды телеуправления для аппаратуры электрической или микропроцессорной централизации станции.

Средним уровнем системы является компьютер РС «Связь», который обеспечивает прием сигналов ТС из линейного тракта ДЦ и передачу в тракт сформированных сигналов телеуправления по команде из АРМ ДНЦ.

В состав верхнего уровня ДЦ входят следующие элементы:

1. АРМ ДНЦ – обеспечивает автоматизацию деятельности поездного диспетчера, выполняя обмен и обработку сигналов ТУ ТС между пунктом управления и контролируемыми пунктами;

2. АРМ ШНДЦ – обеспечивает контроль технического состояния аппаратуры ДЦ, планирование технического обслуживания устройств ДЦ;

3. РС «ФАЙЛ-СЕРВЕР» – предназначен для хранения архивной информации поездного положения и диспетчерского журнала подачи команд;

4. РС «ШЛЮЗ» – осуществляет связь между ЛВС ДЦ «Сетунь» и ЛВС системы передачи данных ОАО «РЖД».

В зависимости от проекта оборудования станции системой ДЦ, специфики выполняемой в данный момент работы, исправности устройств ДЦ и каналов связи железнодорожные станции могут находиться в одном из четырех режимов управления. Для крупных железнодорожных станций с большим объемом маневровой работы управление станцией поездным диспетчером нецелесообразно; такие станции, как правило, постоянно находятся в режиме автономного управления. Подачу команд управления непосредственно с пульта или АРМ станции при этом осуществляет дежурный по станции (ДСП). Количество команд телеуправления в системе ДЦ для станций автономного управления минимально, а количество сигналов ТС достаточно для контроля поездной обстановки и руководства действия ДСП.

Режимы работы станции в системе диспетчерской централизации различаются по уровню контроля и причинам перехода: диспетчерский – штатный режим полного контроля станции с центрального пульта; станционный – переход на резервный пульт, обусловленный текущими технологическими задачами; и резервный – активация локального управления в случае технических сбоев или необходимости обслуживания аппаратуры ДЦ.

Развернутая обезличенная схема оборудования системой ДЦ Восточно-Сибирской железной дороги с разделением диспетчерских участков управления по географическому принципу насчитывает более 220 станций, включенных в диспетчерскую централизацию.

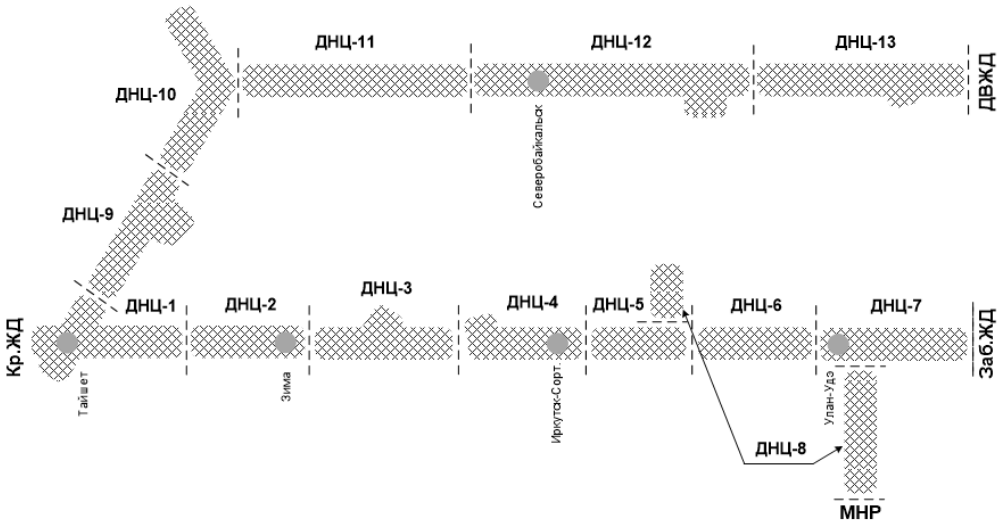


Рис. 2. Развернутая схема оборудования устройствами ДЦ на ВСЖД

Имеющаяся, в том числе в связи с экономической ситуацией, тенденция по сокращению числа станций, управляемых в станционном режиме, и перевод их в число станций, постоянно управляемых поездным диспетчером, позволяет повысить производительность труда и частично компенсировать дефицит кадров службы управления движением поездов. В то же время возрастает сложность обслуживания и цена риска отказа оборудования диспетчерской централизации. С увеличением трафика движения поездов уменьшается время, за которое работоспособность отказавшего элемента ДЦ должна быть восстановлена, прежде чем диспетчеру в соответствии с графиком движения поездов потребуется подать команду задания маршрута на ЛП определенной станции. При этом, в зависимости от роли отдельного элемента в структуре ДЦ и количества его структурных связей с другими элементами, последствия его неработоспособности будут различаться. Для анализа взаимосвязи ее отдельных компонентов была построена упрощенная структурная схема системы ДЦ Восточно-Сибирской железной дороги, представленная на рис. 3. Самоподобие связей отдельных элементов однозначно указывает фрактальную природу данной технической системы и применимость метода фрактального анализа для ее исследования.

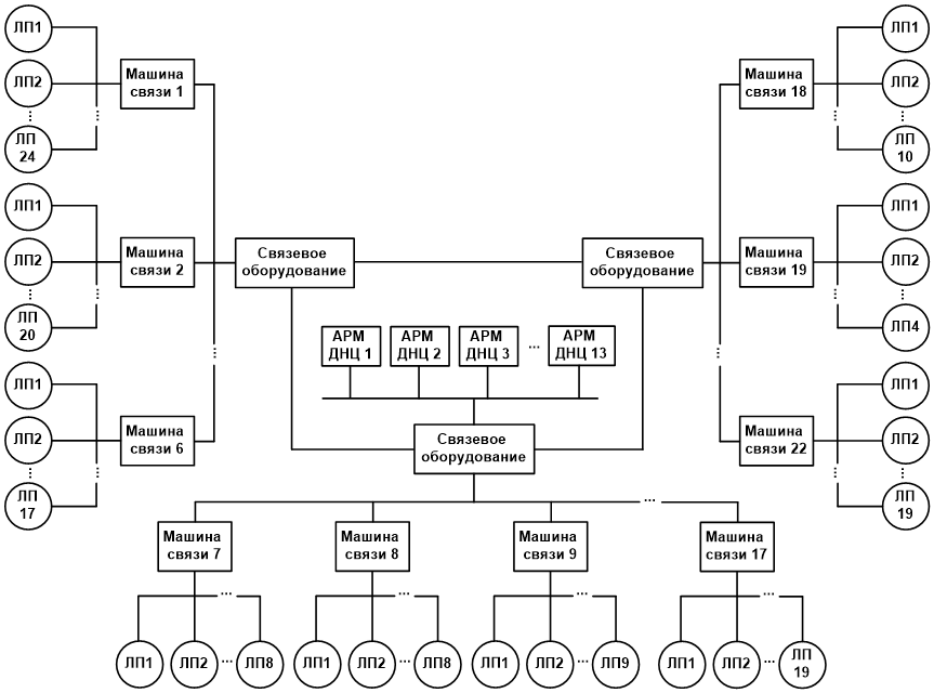


Рис. 3. Упрощенная структурная схема диспетчерской централизации

Результаты исследования и их обсуждение

Задача определения фрактальной размерности диспетчерской централизации как технической системы может быть решена при помощи коробочного метода:

$$D = -\lim_{\varepsilon \to U} \frac{\log N(\varepsilon)}{\log \varepsilon}, \quad (1)$$

где N(ε) – количество коробок размером ϵ, покрывающих структуру.

Алгоритм расчета может быть представлен в виде:

1. Структура диспетчерской централизации может быть проиллюстрирована как одномерная или двухмерная сетка, состоящая из диспетчерских участков, которые, в свою очередь, представляют собой совокупность управляемых дистанционно железнодорожных станций.

2. Исследуемый диспетчерский участок разбивается на отрезки («ящики») различной длины (ε).

3. Для каждого размера ящика (ε) подсчитывается количество ящиков (N(ε)), в которых значение параметра (например, количество управляемых стрелочных переводов) превышает заданный уровень.

4. Строится график в двойных логарифмических координатах: ln(N(ε)) от ln(1/ε).

5. Если распределение параметра фрактально, точки на графике выстраиваются в прямую линию. Угловой коэффициент этой прямой, найденный методом наименьших квадратов, и дает оценку фрактальной размерности D.

D может варьироваться от 1 (идеально однородный одномерный объект) до 2 (чрезвычайно сложный, заполняющий плоскость объект) для 2D анализа, и до 3 для 3D анализа. Чем выше значение D, тем более неоднородна и сложна система.

Итак, метод подсчета ящиков применяется для оценки фрактальной размерности одномерных (диспетчерские участки как протяженные отрезки) или двумерных (диспетчерская централизация как распределенная структура) данных.

Фрактальная размерность *D* рассчитывается по формуле:

$$D = \frac{\sum\left[(\ln(1/\varepsilon_i) - X_avg)(\ln(N(\varepsilon_i)) - Y_avg)\right]}{\sum\left[\ln(1/\varepsilon_i) - X_avg\right]}. \quad (2)$$

Для более глубокой оценки фрактальной размерности диспетчерской централизации может быть применен метод шкалирования.

В основе метода лежит процедура поэлементного сопоставления, при которой анализируемые параметры оборудования сопоставляются с референсными значениями виртуального прототипа, интегрирующего оптимальные показатели по всему спектру эксплуатационных характеристик [3, 12]:

$$k_{ij} = \frac{q_j^э}{q_{ij}}, \quad (3)$$

где k_{ij} – уровень качества машины по единичным показателям.

Для объективной оценки уровня качества машин через комплексный показатель необходимо корректно определить весомость каждого параметра. Профессор Я.М. Радкевич предлагает решение, позволяющее отказаться от субъективных экспертных оценок: формализовать показатель $\overline{K}$ в виде математической модели, пригодной для последующего прогнозирования:

$$\overline{K} = \frac{|\bar{k}|}{|\bar{k}_э|}, \quad (4)$$

где $\bar{k}$ – вектор, норма которого зависит от исходных значений уровней качества по единичным показателям оцениваемой машины; $\bar{k}_э$ – вектор, норма которого зависит от исходных значений уровней качества по единичным показателям базовой (эталонной) машины; | | – знак обозначения нормы вектора [4].

Определив j-ю координату векторов $\bar{k}$ и $\bar{k}_э$ как:

$$\bar{k}'_j = \gamma_j k_j, \bar{k}'_{эj} = \gamma_{эj} k_{эj}, \quad (5)$$

где γ_j и $\gamma'_{эj}$ – весомости *j*-го уровня качества по единичному показателю соответственно оцениваемой базовой (эталонной) машины в их совокупности; а k_j и $k_{эj}$ – исходные значения уровней качества по *j*-му единичному показателю соответственно оцениваемой и базовой (эталонной) машин. В работе Солода Г.И. предлагается норму вектора $\bar{k}$ определять по следующей формуле [12]:

$$\left|\bar{k}\right| = \frac{m}{(m-1)\sum_{j=1}^{m} k_i} \sqrt{m\sum_{j=1}^{m}\left[k_i (\sum_{j=1}^{m} k_i - k_i) \right]^2}, \quad (6)$$

где

$$m = \sum_{j=1}^{m} \gamma_i \ . \quad (7)$$

Основываясь на приведенных выкладках, а также учитывая, что для эталонной машины $\left|\bar{k}_j^{э}\right| = 1|$ (3), получим выражение для оценки уровня качества функциональных машин по обобщенному (комплексному) показателю:

$$K_i = \frac{m}{(m-1)\sum_{j=1}^{m} k_{ij}} \sqrt{m\sum_{j=1}^{m}\left[k_{ij} (\sum_{j=1}^{m} k_{ij} - k_{ij}) \right]^2}, \quad (8)$$

Таким образом, проведенная оценка качества позволяет выявить оптимальные модели оборудования, демонстрирующие наилучшую сбалансированность конструктивных решений и эксплуатационных свойств применительно к заданным условиям функционирования [12]. Полученные результаты формируют объективную основу для финального выбора типа системы диспетчерской централизации, который будет осуществлен методами расчетной оптимизации согласно установленным оценочным критериям [3]:

– безопасность;
– качество;
– технические характеристики;
– цена;
– условия взаимодействия с производителем.

В этом случае подходит метод шкалирования с использованием функции стресса *S* в соответствии с принципом наименьших квадратов:

$$S = \sum_{1 \le i,\, j \ge n}^{m} (K_j - \Delta K), . \quad (9)$$

Чем ближе каждое расстояние *Ki* к различию Δ*K*, тем меньше значение этой функции. Точное решение задач МШ соответствует случаю, когда S=0, то есть когда для всех *I, j (I, j =1, … , n) Ki* = Δ*K* .

Заключение

При всей сложности и наличии распределенной структуры диспетчерская централизация в первом приближении обладает свойствами подобия как с точки зрения распределения диспетчерских участков по всей протяженности железной дороги и управляемых станций по длине каждого участка, так и в контексте комплексных качественных характеристик каждого узла рассматриваемой технической системы. Представленный математический аппарат применим для определения фрактальной размерности исследуемой системы. Дальнейшие исследования будут посвящены анализу влияния параметров системы на общую качественную оценку различных ее частей.

Список литературы

1. Астраханцева И.А., Горев С.В., Астраханцев Р.Г. Системный подход к анализу фрактальной природы сложных технических систем. Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством», 2023. № 03(57). С. 89–97.
2. Астраханцева И.А., Горев С.В., Астраханцев Р.Г. Фрактальный анализ в оценке эффективности и надежности сложных технических систем. Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2023 № 4 (76). С. 60–68.

3. Балгабеков Т.К., Кенжекеева А.Р., Исина Б.М., Толеугазина А.А. Определение оптимальной диспетчерской централизации путем применения методики уровня качества машин по обобщенному показателю // Наука и мир, 2014. – № 3-1(7). С. 144–148.
4. Богданович М.И., Грель И.Н., Прохоренко В.А., Шатило В.В. Цифровые интегральные микросхемы. Справочник. – Минск: Беларусь, 1991. – 493 с.
5. Вейц В.Л., Кочура А. Е., Лонцих П.А. Структурированные модели и методы расчета сложных управляемых систем в технике и экономике. – Ростов-на-Дону, 2002. – 200 с.
6. Елисеев С.В. Структурная теория виброзащитных систем. – Новосибирск: Наука, 1978. – 218 с.
7. Левин Д.Ю. Диспетчерские центры и технология управления перевозочным процессом: учебное пособие. – М.: Маршрут, 2005. – 760 с.
8. Лонцих П.А., Головина Е.Ю., Лонцих Н.П., Федотова А.В., Управление рисками на основе методов диакоптики при синтезе виброактивного оборудования высокотехнологичного предприятия, Системы Методы. Технологии. 2023 № 3 (59). С. 38–45.
9. Лонцих П.А., Головина Е.Ю., Лонцих Н.П., Лившиц И.И. Методы и инструменты управления рисками на высокотехнологичном предприятии, оснащенном виброактивным оборудованием, Вестник Магнитогорского университета, 2024, с. 170–180.
10. Лонцих П.А. Обеспечение динамического качества станков на основе методов диакоптики и результатов диагностики, Автореферат докторской диссертации, Иркутск, 2004.
11. Лонцих П.А. Динамическое качество машин и оборудования как инструмент обеспечения надежности производства и конкурентоспособности процессов / П.А. Лонцих, С.В. Елисеев. – Иркутск. 2014. – 322 с.
12. Солод Г.И. Оценка качества горных машин. – М.: МГИ, 1975. –72 с.

References

1. Astrakhantseva I.A., Gorev S.V., Astrakhantsev R.G. A systematic approach to the analysis of the fractal nature of complex technical systems. News of higher educational institutions. The series "Economics, Finance and Production Management", 2023. № 03(57). Pp. 89–97.
2. Astrakhantseva I.A., Gorev S.V., Astrakhantsev R.G. Fractal analysis in assessing the effectiveness and reliability of complex technical systems. Modern high-tech technologies. Regional application. 2023 No. 4 (76). Pp. 60–68.
3. Balgabekov T.K., Kenzhekeeva A.R., Isina B.M., Toleugazina A.A. Determination of optimal control centralization by applying the methodology of the quality level of machines according to a generalized indicator // Science and the world, 2014. – № 3-1(7). Pp. 144–148.
4. Bogdanovich, M.I., Grel, I.N., Prokhorenko, V.A., Shatilo, V.V. Digital integrated circuits. Guide. – Minsk: Belorus, 1991. – 493 p.
5. Veits V.L., Kochura A. E., Lontsikh P.A. Structured models and calculation methods of complex controlled systems in engineering and economics. – Rostov–on-Don, 2002. – 200s.
6. Eliseev S.V. Structural theory of vibration protection systems. Novosibirsk: Nauka Publ., 1978. 218 p.
7. Levin, D.Y. Dispatch centers and technology of transportation process management: A textbook. Moscow:.Route, 2005 – 760 p.
8. Lontsikh P.A., Golovina E.Yu., Lontsikh N.P., Fedotova A.V., Risk management based on methods of diacoptics in the synthesis of vibroactive equipment of a high-tech enterprise, Systems and Methods of Technology. 2023 No. 3 (59). Pp. 38–45.
9. Lontsikh P.A., Golovina E.Yu., Lontsikh N.P., Livshits I.I., Methods and tools of risk management at a high-tech enterprise equipped with vibration-active equipment, Bulletin of Magnitogorsk University, 2024, pp.170–180.
10. Lontsikh P.A., Ensuring the dynamic quality of machine tools based on methods of diacoptics and diagnostic results, Abstract of a doctoral dissertation, Irkutsk, 2004.
11. Lontsikh P.A. Dynamic quality of machinery and equipment as a tool to ensure the reliability of production and competitiveness of processes / P.A. Lontsikh, S.V. Eliseev. – Irkutsk. 2014. – 322 p.
12. Solod, G.I. Quality assessment of mining machines. Moscow: MGI, 1975. 72 p.

Для цитирования
Михайловский В.В. О целевом состоянии устойчивости испытательных лабораторий в контексте их соответствия критериям аккредитации и индикаторам риска / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 708–720.

УДК 658.5

О ЦЕЛЕВОМ СОСТОЯНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ В КОНТЕКСТЕ ИХ СООТВЕТСТВИЯ КРИТЕРИЯМ АККРЕДИТАЦИИ И ИНДИКАТОРАМ РИСКА

Михайловский В.В., *генеральный директор, Ассоциация «Научно-технический центр «РЕСПЕКТ», Россия, г. Санкт-Петербург*

Представлен новый научно-методический подход к формированию механизмов устойчивого развития испытательных лабораторий, аккредитованных в национальной системе аккредитации на основе адаптации современных концепций построения производственных систем в части раскрытия процедуры взаимной увязки технологических процессов реализации методов исследований (испытаний) и измерений с требованиями к навыкам и профессиональным знаниям, функциям и опыту работников[1], обеспечивающий объективность оценки по индикаторам риска в части выдачи результатов лабораторной деятельности с несоответствиями данных процессов или без их фактического выполнения[2].

Ключевые слова: индикатор риска, карта стандартизации навыков и профессиональных знаний, карта стандартизации функций, критерии аккредитации, матрица результатов проверки соблюдения критериев аккредитации, риск-событие, производственная система, риск-ориентированный подход, целевое состояние устойчивости.

ON THE TARGET STATE OF SUSTAINABILITY OF TESTING LABORATORIES IN THE CONTEXT OF THEIR COMPLIANCE WITH ACCREDITATION CRITERIA AND RISK INDICATORS

Mikhailovsky V.V., *General Director, Association "Scientific and Technical Center "RESPECT", St. Petersburg*

A new scientific and methodological approach to the formation of mechanisms for the sustainable development of testing laboratories accredited in the national accreditation system is presented based on the adaptation of modern concepts of building production systems in terms of disclosing the procedure for inter-linking technological processes for the implementation of research (testing) and measurement methods with the requirements for skills and professional knowledge, functions and experience of employees, ensuring the objectivity of the assessment based on risk indicators in terms of the issuance of laboratory results with inconsistencies in these processes or without their actual implementation.

Keywords: risk indicator, skills and professional knowledge standardization map, function standardization map, accreditation criteria, accreditation criteria compliance verification matrix, risk event, production system, risk-based approach, target sustainability state.

[1] В части требований абзаца 2-го подпункта 24.1, абзаца 1-го подпункта 24.3, абзацев 4-го и 6-го подпункта 26.9 приказа Минэкономразвития России от 26 октября 2020 г. № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации», зарегистрированного 16 ноября 2020 г. в Минюсте России за № 60907.

[2] В части требований абзаца 3-го пункта 7 перечня индикаторов риска нарушения обязательных требований по федеральному государственному контролю (надзору) за деятельностью аккредитованных лиц, утвержденных 28 мая 2021 г. приказом Минэкономразвития России № 300.

Введение

Значимое место в большой работе по повышению прозрачности процедур проверок и повышению скорости реагирования в рамках обратной связи с субъектами предпринимательской деятельности, проводимой Правительством Российской Федерации для снижения административной нагрузки на бизнес, создания комфортной деловой среды и совершенствования механизмов контрольно-надзорной деятельности, отведено актуализации законодательно установленных требований, а также стандартизации, унификации и цифровизации процедур проверок предпринимателей. За счет нормативного закрепления порядка реализации риск-ориентированного подхода и цифровизации алгоритмов проведения таких проверок сокращается время, отведенное на их проведение. Так, по итогам 2024 года по сравнению с 2019-м в четыре раза сокращено их количество[3]. В рамах этой работы Федеральная служба по аккредитации (Росаккредитация, Федеральная служба) перестраивает свою работу по осуществлению контроля за деятельностью аккредитованных лиц и ускоряет переход на риск-ориентированную модель с применением искусственного интеллекта (далее – ИИ), рассматривая индикаторы риска нарушения обязательных требований как состояние данных об объекте контроля[4]. Ориентированность «Стратегического направления в области цифровой трансформации государственного управления» на открытость и устойчивость информационного взаимодействия между органами власти, гражданами и бизнесом[5] создает предпосылки для обеспечения устойчивости аккредитованных испытательных лабораторий в ходе их взаимодействия с Федеральной службой в рамках реализации контрольно-надзорных мероприятий[6] по индикаторам риска[7] и оценки соответствия критериям аккредитации[8]. При этом решения, принимаемые территориальными управлениями Росаккредитации по их результатам, оказывают существенное влияние на функционирование механизмов устойчивого развития таких лабораторий.

Одним из проблемных вопросов, возникающих в ходе реализации данными территориальными управлениями контрольной деятельности, а также сдерживающим фактором для цифровизации ее алгоритмов является неопределенность действующего порядка определения показателей, характеризующих соблюдение требований критериев аккредитации в отношении навыков и профессиональных знаний, а также опыта работы и выполняемых функций[9] (далее – критерии, критерии аккредитации). Данный порядок не предусматривает применения показателей, имеющих дискретный вид. Его применение не позволяет выполнить объективную оценку соответствия данным критериям и является одной из основных причин формирования не в полной мере обоснованных выводов и соответствующих им решений, принимаемых территориальными управлениями Росаккредитации в указанной части, что оказывает возмущающее воздействие на устойчивость лабораторий. Так в отдельных случаях, при наличии эквивалентных доказательственных материалов, различные территориальные управления принимают диаметрально противоположные решения о соответствии. Следствием принятия таких решений являются длительные простои лабораторий вследствие сокращения их области аккредитации или приостановки деятельности по указанным основаниям, что несет риски

[3] Абзацы 4-й и 6-й доклада Заместителя Председателя Правительства Российской Федерации – Руководителя Аппарата Правительства Российской Федерации Д.Ю. Григоренко на совещании с членами Правительства Российской Федерации, проведенном в режиме видеоконференции 23 января 2025 г. в 18.00 Президентом Российской Федерации Страница сайта: http://kremlin.ru/events/president/news/76148 (дата обращения: 23.10.2025).

[4] Абзацы 4-й и 6-й статьи «Росаккредитация адаптирует мобильное приложение «Инспектор» для предоставления госуслуг», страница сайта: https://fsa.gov.ru/press-center/news/24017/ (дата обращения: 23.10.2025).

[5] Подпункт 2 раздела II Стратегического направления в области цифровой трансформации государственного управления, утвержденного 16 марта 2024 г. распоряжением Правительства Российской Федерации № 637-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации государственного управления».

[6] Федеральный закон «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ.

[7] Перечень индикаторов риска нарушения обязательных требований по федеральному государственному контролю (надзору) за деятельностью аккредитованных лиц, утвержденный 28 мая 2021 г. приказом Минэкономразвития России № 300.

[8] Приказ Минэкономразвития России от 26 октября 2020 г. № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации» (зарегистрирован в Минюсте Росси 16 ноября 2020 г. № 60907) (Приказ Минэкономразвития России №707).

[9] В части требований абз. 2 пп 24.1, абз. 1 пп 24.3, абз. 4 и 6 пп 26.9 приказа Минэкономразвития России № 707.

потери их устойчивости (вплоть до прекращения деятельности), а также избыточная административная нагрузка на Федеральную службу при реализации процедур обжалования[10].

Проблемным вопросом цифровизации алгоритмов реализации риск-ориентированного подхода, взаимосвязанным с неопределенностью состояния применяемых показателей оценки соответствия критериям аккредитации, является неопределенность порядка выявления признаков выдачи результатов лабораторной деятельности, полученных без фактического проведения исследований (испытаний) и измерений[11] (далее – индикаторы риска). Вследствие этого действующие механизмы регулирования не обеспечивают возможности своевременного выявления таких риск-событий и прогнозирования их возникновения, а ретроспективный характер реагирования регулятора, выраженный в прекращении действия выданных документов подтверждения соответствия продукции несет риски негативных социальных последствий для неограниченного круга потребителей.

По мнению автора, решение данных проблемных вопросов потребует уточнения понятийного аппарата и разработки методического инструментария, предусматривающего формализацию проактивной риск-ориентированной модели целевого состояния соответствия лабораторий критериям аккредитации и объективную оценку наличия фактов выдачи результатов лабораторной деятельности без проведения исследований (испытаний) и измерений. Применение искусственного интеллекта и больших баз данных позволит выполнить переход к прогнозированию возникновения данных фактов для обеспечения их безусловного предотвращения и снижения значений целевой функции соответствия лабораторий критериям аккредитации до недопустимых значений.

Для обеспечения безусловного выполнения решений Правительства Российской Федерации, направленных на «…обеспечение свободного, устойчивого, безопасного информационного взаимодействия между органами государственной власти Российской Федерации, гражданами, бизнесом…»[12], проектируемая модель должна предусматривать автоматизированный контроль динамики значений показателей, объективно характеризующих уровень соответствия критериям аккредитации, взаимосвязанных с признаками, объективно характеризующими возникновение риск-событий в режиме реального времени, а также прогноз возникновения таких событий и возможность принятия своевременных мер по их предотвращению. Поэтому представляется целесообразным обоснованное определение состава и характеризующих признаков исходных данных (включая границы диапазонов их целевых значений), достаточных для объективного контроля целевого состояния соответствия аккредитованных испытательных лабораторий критериям аккредитации, а также для реализации проактивной риск-ориентированной модели. Представленный в данной статье подход направлен на создание условий для формирования объективно обоснованных решений, принимаемых территориальными управлениями Росаккредитации в ходе реализации соответствующих контрольно-надзорных мероприятий и риск-ориентированного подхода, что, в свою очередь, повысит эффективность функционирования механизмов устойчивого развития аккредитованных испытательных лабораторий.

Основная часть

В обобщенном виде подход к реализации механизма объективного контроля соблюдения испытательными лабораториями положений критериев аккредитации (в рассматриваемой части), предусматривающий дискретность значений показателей в увязке с содержанием технологических процессов исследований (испытаний) и измерений, а также определение целевого состояния соответствия этим критериям рассмотрены автором в [1, с. 24–33].

[10] Автор располагает соответствующими доказательственными материалами.

[11] В части требований абз. 3 п. 7 перечня индикаторов риска нарушения обязательных требований по федеральному государственному контролю (надзору) за деятельностью аккредитованных лиц, утвержденных 28 мая 2021 г. приказом Минэкономразвития России № 300.

[12] Подпункт 2 раздела II Стратегического направления в области цифровой трансформации государственного управления, утвержденного 16 марта 2024 г. распоряжением Правительства Российской Федерации № 637-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации государственного управления».

Отмечается, что функциональные границы понятий «опыт», «функции», «навыки и профессиональные знания» исследованы в научных трудах, в основном экономических направлений исследований, в контексте анализа механизмов управления профессиональным развитием персонала [2, с. 479, 3, с. 512] и имеют различные интерпретации в документах национальной и межгосударственной стандартизации, что обусловлено различиями в областях применения этих понятий. Применительно к национальной системе аккредитации и с учетом отсутствия ограничений, установленных в положениях Единой системы технологической документации (далее – ЕСТД) в отношении области применения[13], автором выделены общие признаки функциональных границ этих понятий и сформулированы их определения, имеющие вид дефиниций, представленных в табл. 1.

Таблица 1

Понятия и их основные определения (составлена автором на основе [1, с. 24–33])

№ п/п	Понятие	Определение
1	Навыки и профессиональные знания	Способность работника лаборатории к надлежащему самостоятельному выполнению технологических операций (п.2 таблицы 1)
2	Технологическая операция	Законченная часть технологического процесса (п.3 таблицы 1), выполняемая по месту осуществления деятельности испытательной лаборатории
3	Технологический процесс	Часть производственного процесса реализации метода исследований (испытаний) и измерений, содержащая целенаправленные действия по определению состояния объекта оценки
4	Функция (функциональная подготовка)	Способность работника (подтверждение работником способности) к надлежащему самостоятельному выполнению обособленной части производственного процесса (п.3 таблицы 1), имеющей вид последовательности технологических операций (п.2 таблицы 1)
5	Опыт, практический опыт	Уровень навыков и профессиональных знаний (п.1 таблицы 1), а также функциональной подготовки (п.4 таблицы 1), подтвержденный в оцениваемый период

Так как в документах ЕСТД не устанавливаются ограничения к детализации технологических процессов, то представленные в табл. 1 определения понятий позволяют выстроить логику интерпретации содержания требований критериев аккредитации в рассматриваемой части во взаимосвязи с содержанием методик исследований, детализированных до действий работников лабораторий. Такие действия представляют собой наименьшую дискретную часть элементов технологических процессов[14]. Тогда отображение требований к ним в машиночитаемом виде[15] обеспечит формирование массива данных об объектах контроля, а также условия для автоматизации порядка определения уровня соблюдения этих требований и прогноз его динамики с применением ИИ.

Методические инструменты реализации в области стандартизации предлагаемого подхода могут иметь вид машиночитаемых документов, устанавливающих требования к порядку выполнения технологических процессов лабораторной деятельности, декомпозированных до действий работников в увязке с требованиями безопасности, местами

[13] ГОСТ Р 3.001–2023 «Единая система технологической документации», утвержден и введен в действие 3 ноября 2023 г. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1337-ст., ГОСТ Р 3.1109–1982 «Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий», введен 1 января 1983 г. Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам № 2988 от 30 июля 1982 г.

[14] Раздел «Элементы технологических операций» ГОСТ Р 3.1109–1982 «Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий», введен 1 января 1983 г. Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам № 2988 от 30 июля 1982 г.

[15] С проведением технической экспертизы результатов автоматизированной интерпретации требований нормативно-правовых и нормативно-технических документов, а также методически исчерпывающих руководств по эксплуатации основного и вспомогательного оборудования и средств измерений.

размещения основного (вспомогательного) оборудования и средств измерений, руководств по эксплуатации к ним, перемещениями работников по рабочим местам, описанием характера выполняемых действий, плановой трудоемкости работ и т.д.[16] Применение таких документов в ходе проверки соблюдения установленных в них требований позволит выполнить объективную оценку уровня навыков и профессиональных знаний, функций и опыта, а также объективно оценить возможность наступления риск-события, выраженного в выдаче лабораторией результатов деятельности без фактического проведения исследований (испытаний) и измерений или с нарушениями порядка их проведения. Автоматизированная обработка полученных результатов таких проверок позволит сократить период выявления этих риск-событий до календарных суток. Обработка данных от технических средств контроля порядка соблюдения требований к проведению исследований (испытаний) и измерений в режиме позволит формировать выводы о возникновении риск-событий в режиме, приближенном к режиму реального времени, а применение ИИ позволит прогнозировать динамику возникновения риск-событий для принятия мер по их предотвращению.

С учетом результатов научных исследований, полученных автором в области формирования механизмов устойчивого развития организаций ОПК на основе адаптации современных концепций построения производственных систем [4, с. 59–68, 5, с. 143–162], предлагается применение трех видов формализованных документов, имеющих машиночитаемое представление, основное содержание которых приведено в табл. 2.

Таблица 2

Назначение, содержание основных сведений и объекты идентификации в машиночитаемых документах по стандартизации (составлена автором на основе [1, с. 24–33])

Назначение	Содержание основных сведений	Объекты идентификации
Карты стандартизации навыков и профессиональных знаний (КСН)		
Машиночитаемая методика исследований (испытаний) и измерений, построенная в виде логической последовательности действий, выполняемых в рамках отдельной технологической операции	– о действиях, выполняемых работниками (как и каким образом) с учетом функциональных особенностей применяемого оборудования и средств измерений; – о порядке ведения рабочих записей; – о порядке соблюдения требований ссылочных документов по стандартизации и руководств по эксплуатации; – о периодах времени, необходимого для подготовки или переподготовки работников к выполнению технологических операций; – о трудоемкости выполняемых технологических операций; – о порядке соблюдения требований безопасности.	– действия, выполняемые в ходе реализации методов исследований (испытаний) и измерений; – особенности содержания порядка соблюдения требований, установленных критериями аккредитации; – расходные материалы, используемые в ходе выполнения работ; – объекты оценки; – сведения о содержании актуализированной КСН; – разработчики КСН
Карты стандартизации функций (КСФ)		
Машиночитаемая методика исследований (испытаний) и измерений, построенная в виде	– о надлежащем расположении и составе предметов труда; – о функциональном описании расположения рабочих мест в последовательности выполнения технологических операций;	– функции, выполняемые работниками лабораторий; – сведения о содержании актуализированной КСФ; – сведения о разработчиках КСФ

[16] Разработанных с учетом положений национального стандарта ГОСТ Р 56908–2016 «Бережливое производство. Стандартизация работы», утвержденного и введенного в действие приказом № 233-ст Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 марта 2016 г.

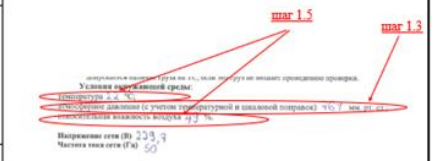
Назначение	Содержание основных сведений	Объекты идентификации
логической схемы последовательности технологических операций	– о запланированных интервалах времени, затрачиваемых на проведение исследований (испытаний) и измерений, сформированных как сумма значений трудоемкости выполняемой работниками последовательности технологических операций, отображенных в КСН.	
Матрица результатов проверки соблюдения критериев аккредитации (МСКА)		
Машиночитаемое отображение результатов проверки уровня навыков и профессиональных знаний, а также функциональной подготовки и опыта проведения исследований (испытаний) измерений	– о динамике изменения исходных данных, используемых для формирования значений показателей, характеризующих изменения уровня навыков и профессиональных знаний, а также функциональной подготовки и практического опыта соблюдения работниками требований критериев аккредитации и уровня обеспеченности лаборатории такими работниками (с рекомендуемой установленной периодичностью в 1 месяц в течение всего периода деятельности лаборатории)	– уровень соответствия работников, принимающих непосредственное участие в проведении исследований (испытаний) и измерений, критериям аккредитации в указанной части; – должностных лиц лаборатории, выполнивших проверку данного уровня; – динамику изменения уровня подтвержденных работниками навыков и профессиональных знаний, а также практического опыта и функциональной подготовки.

Итак, карта стандартизации навыков и профессиональных знаний (далее – КСН) представляет собой детализированное до последовательности действий работников полное описание содержания всех структурных элементов технологических операций и порядка их выполнения. Вариант практической реализации в аккредитованной испытательной лаборатории приведен на рис. 1.

Карта стандартизации навыков и профессиональных знаний

Номер ТО	*1*				**Подготовил**	*Шапкин М.В.*	
Наименование ТО (процесса)	*Измерение параметров окружающей среды*	**срок обучения**	*5 циклов*	**Дата пересмотра**	*08.12.2021*		
				Номер выпуска	*1*	**Подпись**	**Дата**
Средства индивидуальной защиты (СИЗ)	*Спецодежда*			**Согласовано** *Руководитель ИЛ*	*Смирнов В.В.*		
Средства измерения (СИ) Испытательное оборудование (ИО) Вспомогательное оборудование (ВО)	*Барометр анероид М110, Термогигрометр DT-321S*			*Руководитель отдела испытаний и технической экспертизы*	*Большакова И.А.*		
Используемые материалы (номер)	-						

№	Содержание выполняемых действий	Время, с	Особенности	Комментарий	Справочный рисунок (операционный эскиз) и т.д.
1.1	*Проверить наличие бирок на оборудовании и статуса свидетельств о поверке средств измерений (далее СИ) (см. рис.1)*	*45*	*До начала измерений проверить все СИ на наличие бирок и статус свидетельств о поверке*		
1.2	*Измерить атмосферное давление. Барометр анероид М110 (см. рис. 2)*	*20*	*До начала измерения атмосферного давления, необходимо произвести легкое постукивание по стеклу барометра. Показание барометра считать с учетом эффекта Параллакс, для чего совместить стрелку с её отражением на зеркальной*	*Для исключения внутреннего трения в механизмах и (узлах)*	
1.3	*Занести в предварительный протокол испытаний (далее ППИ) показатель атмосферного давления (п.9 ППИ), (см. рис.3.1)*	*6*	*Использовать форму ППИ из руководства по качеству (далее РК)*	*Технические записи в предварительный протокол вносятся в соответствии с п. 7.5 ГОСТ ISO/IEC 17025-2019*	
1.4	*Измерить температуру и относительную влажность окружающего воздуха. Термогигрометр цифровой DT-321S, нажав кнопку "Вкл", (см. рис. 3)*	*25*	*Измерение произвести в месте, где проводится испытание, не касаясь самого объекта испытания. Ожидать стабилизацию показаний.*		
1.5	*Занести в предварительный протокол испытаний (ППИ) показатели температуры и относительной влажности окружающего воздуха (п.9 ППИ), (см. рис.3.1)*	*6*	*Использовать форму ППИ из РК (показания вносятся вручную с использованием шариковой ручки с синими чернилами)*	*Технические записи в предварительный протокол вносятся в соответствии с п. 7.5 ГОСТ ISO/IEC 17025-2019*	
1.6	*Проверить работоспособность оборудования в конкретных значениях внешних условий*	*60*	*Таблица приведена в приложении к РК, где сведена вся информация о возможности использования СИ. Если условия окружающей среды не соответствуют сведениям, указанным в таблице для какого либо СИ, испытания не проводятся докладывается руководителю испытательной лаборатории (далее ИЛ)*		
	итого:	*162*			
Запрещенные действия (причина): *Если поверка СИ просрочена либо отсутствует, использование СИ запрещено! (Неповеренной оборудование может давать неверные показания).*			**Действия в случае отклонений (объяснение):** *Оборудование изолировать, доложить руководителю ИЛ!*		



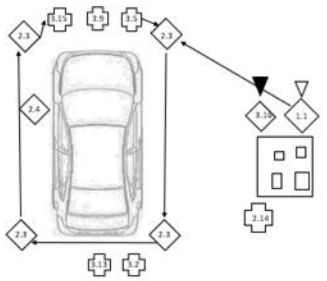
Карта стандартизации функций

№, наименование КСФ	Срок обучения	Время такта (12 исп./ д.), с	Время ТО
002 Испытания выбросов транспортного средства	5 циклов	1920	

		Подготовил	Шаткин М.В.	
	Дата пересмотра	08.12.2021	Подпись	Дата
	Номер выпуска	1		
Согласовано	Руководитель ИЛ	Смирнов В.В.		
	Руководитель отдела испытаний и технической экспертизы	Большакова И.А.		

No. ТО	Наименование функции	Время ТО
1	Измерение параметров окружающей среды	162
2	Проверка условий выполнений испытаний	372
3	Проведение испытания	1282
	Время на действия не добавляющие ценности:	
	Время цикла, с:	1816

Расположение предметов труда / схема перемещений



Действие / Перемещение

Время на действия не добавляющие ценности, с

перемещения(шаги)	перемещения(шаги)	перемещения(шаги)	перемещения(шаги)
взять / подойти к ОП	взять / подойти к ОП	взять / подойти к ОП	взять / подойти к ОП
положить / отойти от ОП	положить деталь	положить / отойти от ОП	положить / отойти от ОП
итого 0	итого 0	итого 0	итого 0

Условные обозначения	Безопасность	Размещение	Начало / Конец	Проверка

Страница 1 из 1

Рис. 2. Вариант реализации машиночитаемой карты стандартизации функций (составлен автором на основе [1, с. 24–33])

Отображенное на рис. 2 машиночитаемое представление методики исследований и измерений в части последовательности технологических операций иллюстрирует, каким образом может быть описана последовательность действий работников, детализированных в соответствующих КСН. Такое представление сведений позволяет в обобщенном виде отобразить содержание функций, выполняемых в ходе реализации технологических операций, и идентифицировать схему перемещений работников с учетом требований безопасности и плановой трудоемкости выполнения технологического процесса.

Матрица результатов проверки соблюдения критериев аккредитации (далее – МСКА) предназначена для отображения результатов проверки уровня навыков и профессиональных знаний, уровня опыта и выполняемых функций путем периодической проверки соблюдения требований, установленных в КСН и КСФ. В этом виде машиночитаемого документа отображаются сведения об изменениях уровня навыков и профессиональных знаний, а также функциональной подготовки и опыта, выявленных по результатам проверок.

Пример практической реализации по результатам практической апробации в аккредитованной испытательной лаборатории приведен на рис. 3.

Матрица соответствия критериям аккредитации

	№ КСН		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	-	-	-	н	Количество КСН, освоенных сотрудником		$k_{НПЗ}$
	Подразделение: Испытательная лаборатория №, наименование КСФ 001 Испытания выбросов транспортного средства	Наименование КСН	Измерение параметров окружающей среды	Проверка условий выполнений испытаний	Проведение испытания													План	Факт	
1	Смирнов Валерий Витальевич		●	●	●													3	3	
2	Иванов Андрей Сергеевич		◑	◑	◑													3	0	
3	Большакова Ирина Александровна		●	●	●													3	3	
4	Картов Анатолий Степанович		◕	◕	◑													3	2	0,56
5	Шаткин Максим Владимирович		◑	◑	◑													3	0	
6	Сысоев Дмитрий Викторович		◕	◑	◕													3	2	
	Количество сотрудников освоивших КСН	План	3	3	3															
		Факт	4	4	3															
	$k_Ф$		1,22																	

	Янв.	Фев.	Мар.	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Ноя.	Дек.
Дата:												
Руководитель лаборатории:	подпись	подпись	подпись	подпись	подпись	подпись	подпись	подпись	подпись	подпись	подпись	подпись

◔ сотрудник проходит обучение по КСН

◑ сотрудник может выполнять ТО (под надзором) в соответствии с установленными требованиями, но не укладывается в установленное время в КСН

◕ сотрудник может выполнять ТО самостоятельно, в соответствии с установленными требованиями, укладываясь в установленное время в КСН без надзора

● сотрудник может проводить обучение новичков требованиям и действиям, установленным в КСН

Рис. 3. Пример реализации матриц результатов проверки соблюдения критериев аккредитации (составлен автором на основе [1, с. 24–33])

Отображенное на рис. 3 машиночитаемое отображение результатов проверки соблюдения критериев аккредитации иллюстрирует, каким образом могут быть отображены результаты проверки в дискретных значениях показателей:

– уровня навыков и профессиональных знаний, подтвержденных работниками при выполнении технологических операций;

– уровня соответствия функциям, выполняемым работниками, а также укомплектованности штата лаборатории такими работниками;

– уровня опыта реализации навыков, профессиональных знаний и функциональной подготовки в оцениваемый период;

– обеспеченность лаборатории такими работниками в оцениваемый период.

Подход к построению условий задач определения целевого состояния устойчивости аккредитованной испытательной лаборатории в контексте соответствия данным критериям аккредитации учитывает результаты научных дискуссий российских ученых в экономических и технических направлениях исследований и представлен автором в [1, с. 24–33]. Научная позиция, наиболее близко соотносящаяся с задачами данного исследования, представлена в работах российских ученых В.А. Бесекерского, И.М. Виноградова, Н.В. Зубанова, Е.П. Попова, М.В. Самосудова [6, с. 752; 7, 8, с. 568; 9, с. 248] и многих других. Данная позиция рассматривает устойчивость функционирования организационной системы относительно поставленной цели, выраженной в способности системы возвращаться в состояние равновесия при возмущающих воздействиях внешней среды. Исходя из этого подхода и применительно к указанным задачам целесообразно использовать рассмотренное в научных работах в области больших организационно-экономических систем К.В. Балдиным, А.Д. Бобрышевым и П.Г. Грибовым [10, с. 262–266] обоснование и математическое описание функции целевого состояния устойчивости таких систем в зависимости от состояния управляемых переменных, формирующих эту функцию. В этом случае условием устойчивости аккредитованной испытательной лаборатории при возникновении возмущающих факторов в виде вынесения территориальными органами Росаккредитации решений по результатам контрольно-

надзорных мероприятий является соответствие требованиям критериев аккредитации. Тогда математические выражения, применяемые для расчета целевых значений показателей, могут иметь следующие представления.

Показателем, характеризующим уровень навыков и профессиональных знаний ($k_{НПЗ}$), предлагается определить долю технологических операций, отображенных в КСН и идентифицируемых в МСКА как освоенные работниками до уровня, характеризующего надлежащее самостоятельное выполнение этих операций ($\Sigma_{КСНосв}$), в общем их объеме ($\Sigma_{КСНобщ}$). Математическое выражение при этом имеет следующий вид [1, с. 24–33]:

$$k_{НПЗ} = \frac{\Sigma КСНосв}{\Sigma КСНобщ}. \quad (1)$$

Показателем, характеризующим уровень функциональной подготовки ($k_Ф$), можно определить долю работников, идентифицированных как имеющие уровень такой подготовки по функциям, отображенным в КСФ до уровня, характеризующего самостоятельное выполнение этих функций ($\Sigma_{Росв}$), – в общем количестве работников, непосредственно участвующих в проведении испытаний в области аккредитации ($\Sigma_{ро}$). Математическое выражение при этом имеет следующий вид [1, с. 24–33]:

$$K_Ф = \frac{\Sigma Росв}{\Sigma ро}. \quad (2)$$

Рассматривая показатели оценки уровня опыта, исходя из определения, сформулированного в авторской дефиниции как уровень навыков и профессиональных знаний и уровень функциональной подготовки, подтвержденные работниками в течение оцениваемого периода, предлагается применение двух показателей, имеющих различные характеризующие признаки. Так, уровень опыта в части овладения работниками навыками и профессиональными знаниями ($О_{НПЗ}$) может иметь представление как среднее арифметическое значений показателя, характеризующего уровень этих навыков и профессиональных знаний ($\Sigma_{kНПЗn}$), рассчитанное с учетом n-интервалов мероприятий проверки в течение произвольно выбранного оцениваемого периода. Математическое выражение при этом имеет следующий вид [1, с. 24–33]:

$$О_{НПЗ} = \frac{\Sigma kНПЗ}{n}. \quad (3)$$

При этом уровень опыта в части функциональной подготовки ($О_Ф$) может иметь представление как среднее арифметическое значений показателя, характеризующего уровень навыков и профессиональных знаний ($\Sigma_{kФn}$), рассчитанное с учетом тех же интервалов. Математическое выражение при этом имеет следующий вид [1, с. 24–33]:

$$О_Ф = \frac{\Sigma kФn}{n}. \quad (4)$$

Для решения задачи определения целевого состояния устойчивости испытательной лаборатории в части соответствия критериям аккредитации предлагается формализованная постановка условия этой задачи, когда целевое состояние устойчивости определяется как интервал между значениями показателей, характеризующих текущий уровень соответствия указанным критериям аккредитации, и максимально достижимыми целевыми значениями этих показателей в плановый период. Тогда целевая функция соответствия имеет вид функции $\varphi_{(Ц)}$, где управляемыми переменными являются предлагаемые показатели. Математическое выражение этой функции при этом имеет следующий вид [10, с. 262–266]:

$$\varphi(Ц) = \begin{cases} kНПЗ \to max \\ kФ \to max \\ ОНПЗ \to max \\ ОФ \to max \end{cases}, \quad (5)$$

где управляемыми переменными являются показатели $k_{НПЗ}$, $k_Ф$, $О_{НПЗ}$ и $О_Ф$.

При этом уровень отсечения (нижние границы) целевых значений управляемых переменных этой функции может (могут) быть установлен(ы) с учетом фактической оснащенности испытательных лабораторий кадровыми ресурсами и специфики области аккредитации, а ограничения целевой функции обусловлены объемом кадровых ресурсов,

соответствующих прогнозу объема результатов лабораторной деятельности. Таким образом, максимизация значений целевой функции в условиях ограничений по кадровым ресурсам в объемах, соответствующих объему прогнозов результатов лабораторной деятельности, характеризует целевое состояние устойчивости испытательных лабораторий в контексте их соответствия критериям аккредитации (в рассматриваемой части) в оцениваемый период.

Представленный подход к формализации целевой модели устойчивости лаборатории в контексте ее соответствия этим критериям также может быть применен к формализации риск-ориентированной целевой модели прогноза возникновения риск-событий в части выдачи протоколов сертификационных испытаний без их фактического проведения или с несоответствиями процедур этих испытаний. Условием устойчивости аккредитованной испытательной лаборатории в этом контексте является обеспечение условий для предотвращения возникновения этих риск-событий. Ключевым условием устойчивости, по мнению автора, здесь является контроль в режиме реального времени соответствия прогноза объема результатов лабораторной деятельности значениям нижних границ показателей управляемых переменных ($k_{НПЗ}$, $k_Ф$, $О_{НПЗ}$ и $О_Ф$) функции $\varphi_{(Ц)}$. При этом нижние границы показателей этих переменных и являются по существу индикатором прогноза возникновения данных риск-событий.

Показателем, характеризующим возникновение в режиме реального времени указанных риск-событий $I(\text{х})$, можно установить факты выдачи протоколов сертификационных испытаний с несоответствиями, выявленными в режиме реального времени техническими средствами контроля порядка соблюдения процедур сертификационных испытаний (Σ_H). Математическое выражение расчета этого показателя при целевом его значении, равном 1 (единице), характеризующем отсутствие признаков возникновения такого риск-события (т.е. при $\Sigma_H = 0$, выполняющем функцию индикатора), имеет следующий вид:

$$I(\text{х}) = 1 - \Sigma_H \quad . \tag{6}$$

Сопоставление доступного времени на проведение сертификационных испытаний (t) к количеству выданных протоколов ($\Sigma_П$) позволяет определить значение фактической трудоемкости процедур испытаний $\Sigma_{ФТ}$, математическое выражение которой имеет вид:

$$\Sigma_{ФТ} = \frac{t}{\Sigma_{\text{п}}} \ . \tag{7}$$

Тогда показателем, ретроспективно характеризующим возникновение рассматриваемых риск-событий $I(m)$, может быть отношение фактической трудоемкости процедур испытаний $\Sigma_{ФТ}$ к сумме нормативно установленной трудоемкости их проведения ($\Sigma_{НТ}$):

$$I(m) = \frac{\Sigma_{\text{фт}}}{\Sigma_{\text{нт}}}. \tag{8}$$

Для решения задачи определения целевого состояния устойчивости испытательной лаборатории в части влияния факторов риска (несоблюдения требований к процедурам сертификационных испытаний или выдачи протоколов этих испытаний без их фактического проведения) предлагается формализованная постановка условия этой задачи, когда целевое состояние устойчивости определяется как интервал между фактическими значениями показателя $I(m)$ и его целевым значением при фактическом значении показателя $I(\text{х})$, равном целевому. Тогда целевая функция соответствия имеет вид функции $\varphi_{(I)}$ [10, с. 262–266]:

$$\varphi_{(I)} = \begin{cases} I(\text{х}) \to 1 \\ I(m) \to 1 \end{cases}, \tag{9}$$

где управляемыми переменными являются показатели $I(x)$ и $I(m)$.

При этом максимизация значения функции $\varphi_{(I)}$ характеризует степень тяжести последствий возникновения риск-события или необходимость корректировки нормативного значения трудоемкости работ по реализации процедур сертификационных испытаний.

Следует отметить, что предлагаемый подход не является методически исчерпывающим и может быть рассмотрен в таком виде только в качестве иллюстрации преимуществ его применения в данной области.

Заключение

К основным преимуществам нового научно-методического подхода к оценке устойчивости аккредитованных испытательных лабораторий в контексте их соответствия критериям аккредитации и индикаторам риска (в указанной части), отличающим его от действующего порядка оценки по этим индикаторам риска и критериям, можно отнести дискретность значений показателей, позволяющую обеспечить решение формализованных задач установления целевого состояния устойчивости в данном контексте с применением алгоритмов ИИ и больших баз данных. Областью применения ИИ может быть также обработка сведений Федерального информационного фонда стандартов Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарта), что создаст условия для автоматизации разработки КСН и КСФ и позволит изменить характер данной оценки с ретроспективной на проактивную.

При рассмотрении возможных вариантов нормативного закрепления предлагаемого подхода в целях получения указанных эффектов представляется логичным проведение исследований по заказу Минэкономразвития России, в рамках которых следует провести анализ достаточности существующих нормативных правовых актов, определяющих порядок реализации Росаккредитацией своих полномочий в сфере контрольных функций; уточнить понятийный аппарат; изучить предложения Минпромторга России и Росстандарта, а также заинтересованных организаций и отраслевых объединений. По результатам анализа подготовить предложения по разработке и утверждению национального стандарта Российской Федерации, устанавливающего требования к порядку оценки целевого состояния соответствия испытательных лабораторий критериям аккредитации и оценки по индикаторам риска в указанной части. При этом разработка методических рекомендаций Росаккредитации, устанавливающих порядок применения заинтересованными лицами этого стандарта, с учетом добровольности его применения[17], не повлечет за собой затрат из федерального бюджета на внесение изменений в нормативные правовые акты в данной области регулирования. Предлагается установить следующие основные цели перспективных исследований:

– разработку и нормативное закрепление порядка реализации механизма объективного контроля соблюдения лабораториями требований критериев аккредитации и оценки по индикаторам риска с применением цифровых технологий, предусматривающих применение соответствующего национального стандарта;

– разработку проекта порядка соблюдения аккредитованным лицом уточненных требований критериев аккредитации для объективного контроля уровня навыков и профессиональных знаний, а также функций и опыта работников лабораторий для оптимизации механизма контроля соблюдения критериев аккредитации и объективной оценки по индикаторам риска в режиме, приближенном к режиму реального времени, с применением Федеральной государственной информационной системы Росаккредитации (ФГИС).

Вместе с этим реализация предлагаемых исследований позволит:

– повысить устойчивость и конкурентоспособность испытательных лабораторий, аккредитованных в национальной системе аккредитации за счет повышения достоверности результатов оценки их соответствия критериям аккредитации, а также оценки по индикаторам риска;

– снизить административную нагрузку на территориальные управления Росаккредитации и Росстандарта в части контрольной деятельности и повысить эффективность реализации контрольных мероприятий, а также исключить избыточные административные барьеры;

– выработать обоснованные предложения по совершенствованию информационных ресурсов Росстандарта и ФГИС для обеспечения объективности контроля соблюдения критериев аккредитации и оценки по индикаторам риска, а также продукции требованиям безопасности.

[17] Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации», принятый 29 июня 2015 г., № 162-ФЗ.

В заключение следует отметить, что нормативное закрепление полученных результатов исследований создаст условия объективности решений, принимаемых территориальными управлениями Росаккредитации в указанной части, и снизит административные барьеры для бизнеса в рамках реализации контрольных мероприятий. Автор приглашает к открытой дискуссии по данным вопросам лиц, заинтересованных в их решении, и полагает, что ее результаты послужат практическим вкладом в процессы консолидации науки, образования и промышленности Российской Федерации в целях обеспечения технологического лидерства лабораторий, аккредитованных в национальной системе аккредитации.

Список литературы

1. Блудян М.А., Михайловский В.В. Об определении целевого состояния соответствия испытательных лабораторий критериям аккредитации// Инфраструктура качества. – 2025. – № 3(5). – С. 24–33.
2. Равен Дж. Компетентность в современном обществе. Перевод с английского под общей редакцией В.И. Белопольского © John Raven, 1984. – 479 с.
3. David C. McClelland The Achieving Society Irvington Publishers, Inc., New York Halsted Press, Division of John Wiley & Sons New York London Toronto Sydney. – 512 p.
4. Михайловский В.В., Перегудов С.Н. Развитие практики построения производственных систем оборонных предприятий// Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России. – 2024. – № 3. – С. 59–68.
5. Михайловский В.В. К определению понятия производственной системы оборонного предприятия// Экономика высокотехнологичных производств. – 2025. Т. 6. – № 2. – С. 143–162.
6. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления // Бесекерский В.А., Попов Е.П. / 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2004. 752 с.
7. Зубанов Н.В. Анализ устойчивости относительно поставленной цели как один из подходов к описанию функционирования организации в условиях неопределенности. URL: http://www.aup.ru/books/m66/2.htm (дата обращения: 26.09.25).
8. Математическая энциклопедия // Гл. ред. И.М. Виноградов. – М.: Советская энциклопедия. 1985. – 568 с.
9. Самосудов М.В. Основы корпоративной динамики/ Ин-т международных экономических отношений. – г. Химки, 2007. – 248 с.
10. Грибов П.Г., Бобрышев А.Д., Балдин К.В. Исследование инновационных факторов экономической устойчивости больших организационно-экономических систем в промышленности // Проблемы экономики и юридической практики. – 2023. Т. 19. № 1. – С. 262–266.

References

1. Bludyan M.A., Mikhailovsky V.V. *On the definition of the target state of compliance of testing laboratories with accreditation criteria*, Quality Infrastructure, 2025. No. 3 (5), pp. 24–33.
2. Raven J. Competence in Modern Society. Translated from English, edited by V.I. Belopolsky. © John Raven, 1984. 479 p.
3. David C. McClelland The Achieving Society Irvington Publishers, Inc., New York Halsted Press, Division of John Wiley & Sons New York London Toronto Sydney, 512 p.
4. Mikhailovsky V.V., Peregudov S.N. *Development of the practice of building production systems of defense enterprises*, Scientific Bulletin of the defense-industrial complex of Russia, 2024, No. 3, pp. 59–68.
5. Mikhailovsky V.V. *On the definition of the concept of the production system of a defense enterprise*, Economics of high-tech production, 2025, Vol. 6. No. 2, pp. 143–162.
6. Besekersky V.A., Popov E.P. *Theory of automatic control systems* / Besekersky V.A., Popov E.P. 4th edition, revised and enlarged. St. Petersburg: Profession, 2004, 752 p.
7. Zubanov N.V. Analysis of Stability Relative to a Set Goal as One of the Approaches to Describing an Organizationing Functioning under Uncertainty. Available at: http://www.aup.ru/books/m66/2.htm (Accessed: September 26, 2025).
8. *Mathematical Encyclopedia*, Ed. I.M. Vinogradov. Moscow: Soviet Encyclopedia, 1985, 568 p.
9. Samosudov M.V. *Fundamentals of Corporate Dynamics*, Institute of International Economic Relations, Khimki 2007. 248 p.
10. Gribov P.G., Bobryshev A.D., Baldin K.V. *Research of innovative factors of economic stability of large organizational and economic systems in industry*, Problems of Economics and Legal Practice, 2023, Vol. 19, No. 1, pp. 262–266.

Для цитирования

Николаев Д.Е., Снежкина О.С., Мамаев В.Ю., Кураева Л.Х. Расширенная классификация инструментов атаки на биометрическое предъявление для обеспечения оценки качества и подтверждения соответствия подсистем обнаружения атаки на биометрическое предъявление для модальности лицо / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 721–729.

УДК 57.087.1

РАСШИРЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ИНСТРУМЕНТОВ АТАКИ НА БИОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРЕДЪЯВЛЕНИЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ ПОДСИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ АТАКИ НА БИОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРЕДЪЯВЛЕНИЕ ДЛЯ МОДАЛЬНОСТИ ЛИЦО

Николаев Д.Е., *директор, некоммерческое партнерство «Русское биометрическое общество»; председатель ТК 098 «Биометрия и биомониторинг»; начальник сектора, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва*
Снежкина О.С., *руководитель направления по исследованиям и испытаниям перспективных биометрических технологий, Некоммерческое партнерство «Русское биометрическое общество»; инженер, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва*
Мамаев В.Ю., *заместитель директора, некоммерческое партнерство «Русское биометрическое общество»; заместитель председателя ТК 098 «Биометрия и биомониторинг»; инженер, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва*
Кураева Л.Х., *инженер, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва*

В статье предлагается расширенная классификация инструментов атак на биометрическое предъявление (ИАБП) для обеспечения оценки качества и подтверждения соответствия подсистем обнаружения атак на биометрическое предъявление для модальности лицо. Уровень навыка (компетентность специалиста), а также временных и материальных затрат, требуемых для реализации ИАБП, представленных в данной статье, варьируется в широком диапазоне. Для физических ИАБП предлагаемая классификация учитывает возможные вариации материалов, модификации и способы изготовления. В статье приведены примеры различных видов ИАБП, существующие и успешно реализуемые на сегодняшний день, которые доказали свою эффективность при атаках на действующие биометрические системы, а также мало изученные ИАБП, которые представляют потенциальную угрозу для систем безопасности.

Ключевые слова: информационные технологии, биометрия, атака на биометрическое предъявление, инструменты атак на биометрическое предъявление.

EXTENDED CLASSIFICATION OF PRESENTATION ATTACK INSTRUMENTS FOR FACIAL MODALITY TO PROVIDE QUALITY ASSESSMENT AND CONFORMITY VALIDATION OF BIOMETRIC PRESENTATION ATTACK DETECTION SUBSYSTEMS

Nikolaev D.E., *director, Non-Commercial Partnership «Russian Biometric Society»; chairman of TC 098 «Biometrics and Biomonitoring»; Head of department, Bauman Moscow State Technical University, Moscow*
Snezhkina O.S., *head of the department for research and testing of promising biometric technologies, Non-Commercial Partnership «Russian Biometric Society»; engineer, Bauman Moscow State Technical University, Moscow*
Mamaev V.Y., *deputy director, Non-Commercial Partnership «Russian Biometric Society»; deputy chairman of TC 098 «Biometrics and Biomonitoring»; engineer, Bauman Moscow State Technical University, Moscow*
Kuraeva L.Kh., *engineer, Bauman Moscow State Technical University, Moscow*

The article proposes an extended classification of facial biometric presentation attack instruments (PAI) to provide quality assessment and conformity validation of biometric presentation attack detection (PAD) subsystems. The skill level, as well as the time and material costs required to implement the PAIs presented in this article, vary widely. For physical PAIs, the proposed classification takes into account possible variations in materials, modifications, and creating methods. The article provides an overview of various types of PAIs that exist and are successfully implemented today, which have proven their effectiveness in attacks on existing biometric systems, as well as little-studied PAIs that pose a potential threat to security systems.

Keywords: information technology, biometrics, biometric presentation attack, biometric presentation attack instruments.

Введение

Биометрическое распознавание личности в последнее время получило широкое применение во многих системах обеспечения безопасности: в системах видеонаблюдения, контроля доступа, электронной коммерции, в судебной экспертизе, пограничном контроле, медицине и других областях. Например, современная технология FIDO (Fast Identity Online), которую поддерживает большинство устройств Google, Apple, Microsoft, Huawei и т.д., позволяет аутентифицировать пользователя онлайн с помощью смартфона, что существенно упрощает многие процессы, в которых необходимо подтверждение личности. Главными преимуществами FIDO считаются удобство, защита конфиденциальности и безопасность. Однако несмотря на то, что FIDO, как способ беспарольной аутентификации, действительно решает массовую проблему кражи паролей, он по-прежнему остается уязвимым к атакам на биометрическое предъявление, что повышает риски взлома конкретных устройств.

Биометрические системы, как правило, оснащены подсистемой обнаружения атак на биометрическое предъявление (ОАБП). Главная проблема большинства подсистем ОАБП заключается в том, что испытания этих подсистем проводят на базах данных с простыми, наиболее известными и распространенными видами инструментов атак на биометрическое предъявление (ВИАБП). Так, в аккредитованных NIST лабораториях iBeta и BixeLab при испытаниях используют инструменты атак только 2 уровней (например, в iBeta уровень 1 соответствует стоимости 30$, уровень 2 – 300$); соответственно системы, прошедшие испытания в таких лабораториях, с высокой вероятностью уязвимы при использовании злоумышленником более высокотехнологичных ИАБП. Таким образом, количество существующих сегодня ВИАБП значительно больше количества ВИАБП, используемых в испытательных лабораториях. Необходимо учитывать вариации материалов, которые могут быть использованы при подготовке ИАБП (например, различные виды бумаги в случае распечатанных фотографий), способы изготовления и механизацию.

Основная проблематика статьи

В данной работе предлагается расширенная классификация ИАБП для модальности лицо, для создания которых требуется разный уровень навыка (компетентность специалиста), временны́е и материальные затраты. Предложенная классификация учитывает возможные вариации для наиболее известных ИАБП, а также ИАБП, которые обычно не используются при испытаниях подсистем ОАБП и, как следствие, могут представлять угрозу для современных биометрических систем.

1. Виды ИАБП для модальности лицо

1.1 Распечатанная фотография

Распечатанная фотография является самым распространенным ВИАБП благодаря тому, что он не требует много времени, усилий и материальных затрат для его изготовления. Большинство подсистем обнаружения витальности лица тестируют на базах данных, включающих распечатанные фотографии и различные их модификации (например, распечатанная фотография с вырезанными отверстиями под глаза и/или нос и/или рот,

вырезанное из фотографии изображение очков с глазами, завернутая распечатанная фотография, 2D маска из картона и т. д.). Примеры таких ВИАБП показаны на рис. 1–3.

Рис. 1. Примеры атаки на биометрическое предъявление с применением распечатанной фотографии и модификаций распечатанной фотографии из базы данных WMCA [1]

Рис. 2. Примеры атаки на биометрическое предъявление с применением распечатанной фотографии и модификаций распечатанной фотографии из базы данных ROSE-Youtu [2]

Рис. 3. Пример атаки на биометрическое предъявление с применением 2D маски [3]

Тем не менее при изготовлении данных ВИАБП возможны вариации в материале (картон, разные виды бумаги) и в способе печати (печать на струйном или лазерном принтере, термопринтере), которые редко учитываются при создании базы данных для испытания. В известных публичных базах данных в качестве ИАБП часто представлены распечатанные фотографии, при изготовлении которых были использованы один или два вида бумаги – классическая офсетная офисная бумага А4 и глянцевая фотобумага [4-6]. Однако качество печати и отражательные свойства отличаются для разных видов бумаги: например, для офисной бумаги А4 качество печати скорее всего будет хуже, чем для других видов бумаги, а глянцевой фотобумаге свойственно наличие бликов (рис. 4). Также важно учитывать способ печати, поскольку разрешение печати фотографий на струйном принтере превышает разрешение печати фотографий на лазерном принтере. Таким образом, в рамках ВИАБП распечатанная фотография и 2D маска качество, и соответственно стоимость изготовления могут варьироваться.

а) офисная бумага А4 б) глянцевая фотобумага

Рис. 4. Пример атаки на биометрическое предъявление с применением распечатанной фотографии на разных видах бумаги [4]

Потенциальную угрозу для подсистем ОАБП может также представлять такой подход к изготовлению ИАБП, при котором для печати одной и той же фотографии используют несколько материалов с разным уровнем прозрачности и отражения. В результате совмещения распечатанных изображений получается «многослойное» изображение, которое в сравнении с обычной распечатанной на бумаге фотографией обладает определенным эффектом глубины.

1.2 Фотография/видеозапись на экране внешнего устройства

В современном мире получить цифровое изображение или видеозапись с лицом определенного человека не составляет труда, что делает предъявление фотографии/видеозаписи на экране внешнего устройства второй наиболее распространенной атакой на биометрическое предъявление наряду с распечатанной фотографией и 2D маской. Вместе с тем по сравнению с распечатанной фотографией и 2D маской для реализации данного ВИАБП достаточно только иметь внешнее устройство для демонстрации цифрового изображения без необходимости дополнительных затрат на подготовку.

Фотография/видеозапись на экране внешнего устройства активно применяется в качестве ВИАБП при испытаниях различных подсистем ОАБП. Примеры данного ВИАБП показаны на рис. 5.

Рис. 5. Примеры атаки на биометрическое предъявление с применением фотографии/видеозаписи на экране внешнего устройства [1, 7]

1.3 Воспроизведение фотографии/видеозаписи с помощью проектора

Для воспроизведения фотографии может быть использован проектор. При этом возможно как воспроизведение фото в пространстве, так и проекция фотографии жертвы на лицо злоумышленника (рис. 6).

Рис. 6. Пример атаки на биометрическое предъявление с применением портативного проектора [8]

1.4 Профессиональный и пластический грим

Для реализации профессионального грима необходимы навыки художника-гримера, особые материалы, а также время на подготовку и нанесение грима, от нескольких часов до нескольких суток. Создание репрезентативной базы данных с высококачественным профессиональным, в том числе пластическим, гримом требует высоких материальных затрат, в связи с чем, несмотря на широкую известность, эти ВИАБП почти не используются при испытаниях современных подсистем ОАБП, а следовательно, могут представлять существенную угрозу для биометрических систем распознавания лица.

Примеры профессионального и пластического грима показаны на рис. 7 и 8.

Рис. 7. Пример профессионального грима, имитирующего разный возраст человека, из базы данных WMCA [1]

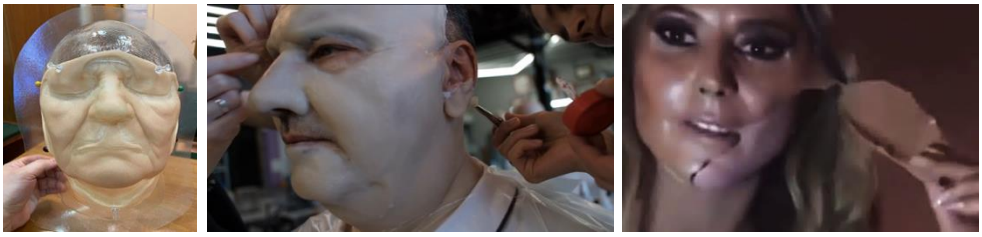


Рис. 8. Пример маски, используемой для пластического грима [9–13] и снятие маски, используемой для пластического грима

1.5 3D маска

Качественно выполненные 3D маски могут с высокой точностью воспроизводить изображение подлинного лица человека, повторяя его форму, текстуру и цвет, из-за чего подсистема ОАБП может принимать такие маски за живого человека.

Стоимость исполнения и уровень детализации для 3D масок могут варьироваться в широком диапазоне. 3D маска может быть изготовлена из бумаги, картона, ткани, латекса, пластика, гипса, силикона. В зависимости от материала изготовления маска может быть жесткой, каркасной или мягкой.

Примеры 3D масок из разных материалов показаны на рис. 9–11.

а) б) в) г)

Рис. 9. Примеры 3D маски из разных материалов: а) жесткая из бумаги [1], б) жесткая из пластика [14], в) мягкая из латекса [14], г) мягкая из силикона [15]

Рис. 10. Примеры жесткой 3D маски [16-18]

Рис. 11. Примеры мягких 3D масок с отверстиями для глаз [19]

Изготовление качественной 3D маски требует навыков высокого уровня, большого количества времени и материальных затрат. К показателям качества 3D маски можно отнести эластичный материал и текстуру поверхности, максимально приближенные к человеческой коже, а также отверстия для глаз.

На практике при испытаниях обычно отдают предпочтение простым вариациям 3D масок из недорогих материалов, а более реалистичные и высококачественные 3D маски почти не используют, а значит, подсистемы ОАБП остаются к ним уязвимы.

1.6 3D прототип

3D прототип является одним из наиболее дорогостоящих ИАБП. Несмотря на то, что из-за невозможности надеть ИАБП на себя перечень потенциальных сценариев реализации такой атаки меньше, чем для 3D маски или профессионального грима, в 3D прототипе могут быть реализованы различные варианты механизации, нагрева и т.д., которые позволят обмануть определенные биометрические системы (например, оснащенные датчиком движения или тепловизором).

Для изготовления 3D прототипа может быть использован как один материал, например гипс или пластик, так и комбинация материалов, например с применением силикона для реалистичной имитации человеческой кожи. Примеры 3D прототипа показаны на рис. 12.

а) б) в) г)

Рис. 12. Примеры 3D прототипа: а) 3D голова, изготовленная из картона, б) 3D голова, изготовленная из силикона [17], в) механизированная 3D голова [9-13], г) 3D голова, изготовленная из воска [20]

1.7 Принуждение

Подсистемы ОАБП в биометрических системах стали стандартным методом противодействия атакам с подменой лица (спуфинг-атакам), и такой сценарий, как принудительное предъявление подлинного лица (например, в состоянии алкогольного/наркотического опьянения, в состоянии седации и т.д.), обычно даже не

рассматривается при проектировании и испытаниях биометрических систем. Как следствие, если злоумышленник принудит законного пользователя пройти аутентификацию в защищенной системе, то он скорее всего обойдет все имеющиеся в системе средства обнаружения атак на биометрическое предъявление.

1.8 Близнецы

Близнецов можно рассматривать как особый случай атаки на биометрическое предъявление. Возможная угроза заключается в том, что один из близнецов может атаковать биометрическую систему, чтобы получить доступ и выдать себя за другого близнеца. Кроме того, близнецы могут легко преодолеть методы ОАБП, поскольку их атака основана на предъявлении лица живого человека. Исследования в этой области показывают, что точное различение однояйцевых близнецов, особенно в неконтролируемых условиях, остается очень сложной задачей [21–23].

1.9 Голова мертвого человека

В определенных сценариях злоумышленник может попытаться получить доступ к системе, предъявив для распознавания биометрические данные мертвого человека. В литературе встречаются упоминания о подобной атаке для таких модальностей, как отпечаток пальца и радужная оболочка глаза [24, 25], однако нельзя исключать потенциальную угрозу применения такого подхода при атаке биометрической системы. ГОСТ Р 58624.1–2019 устанавливает, что биометрические характеристики, полученные от мертвого индивида, относятся к инструментам атаки. Тем не менее более подробно этот ВИАБП в стандарте не рассматривается.

1.10 Пластическая операция

Пластическая хирургия способна в значительной степени изменить исходную биометрическую информацию о лице. На сегодняшний день существуют исследования в данной области, которые подтверждают сложность задачи распознавания лиц, измененных вследствие пластической операции [26, 27].

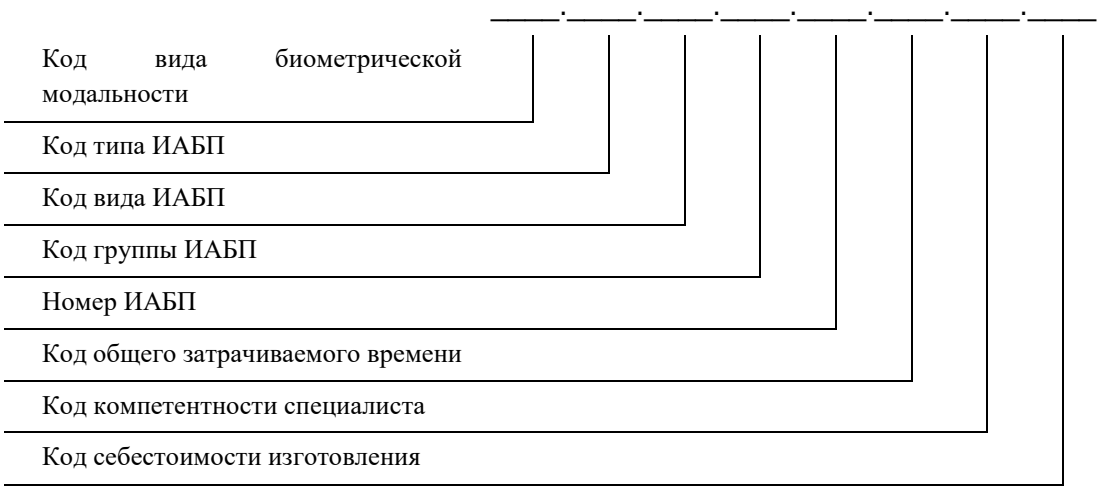
Таким образом, пластическую операцию можно рассматривать как способ атаки на биометрическое предъявление, которая так же, как и в случае с близнецами, может обойти методы ОАБП, поскольку основана на предъявлении лица живого человека.

1.11 Дипфейк

Предлагаемая классификация не учитывает дипфейки в качестве ИАБП, так как дипфейки относятся к атакам типа «data injection» (инъекционная атака) и будут подробнее рассмотрены в дальнейших исследованиях..

2. Классификация ИАБП для модальности лицо

В данной статье предлагается следующая структура обозначения кода ИАБП:



В структуре обозначения кода ИАБП для модальности лицо используют следующие возможные варианты:

– для кода вида биометрической модальности: Л – лицо;

– кода типа ИАБП: 01 – искусственно созданный; 02 – на основе характеристик человека.

Примечание – Классификация типов приведена с учетом требований ГОСТ Р 58624.1–2019;

– кода вида ИАБП:

– для искусственно созданных ИАБП: 01 – распечатанная фотография, 02 – воспроизведение фотографии/видеозаписи, 03 – 3D;

– для ИАБП на основе характеристик человека: 01 – близнецы, 02 – грим, 03 – принуждение, 04 – пластическая операция, 05 – труп;

–кода группы ИАБП: порядковый номер группы ИАБП определенного вида ИАБП;

–номера ИАБП: порядковый номер ИАБП в группе ИАБП;

–кода общего затрачиваемого времени: 01 – не более одних суток; 02 – от 1 до 7 сут; 03 – от 7 до 14 сут, 04 – от 14 сут до 1 мес, 05 – более 1 мес.

–кода компетентности специалиста: 01 – непрофессионал; 02 – профессионал; 03 – эксперт; 04 – эксперт в нескольких областях знаний/группа экспертов.

Примечание – Классификация кода общего затрачиваемого времени и кода компетентности специалиста приведена с учетом требований ГОСТ Р ИСО/МЭК 18045;

–кода себестоимости изготовления: 01 – очень низкая (менее 1 тыс. руб.); 02 – низкая (от 1 тыс. руб. до 10 тыс. руб.); 03 – средняя (от 100 тыс. руб. до 1 млн руб.); 04 – высокая (более 1 млн руб.).

Заключение

В данной работе предложена расширенная классификация инструментов атак на биометрическое предъявление для обеспечения оценки качества и подтверждения соответствия подсистем ОАБП для модальности лицо, учитывающая ИАБП, для создания которых требуется разный уровень навыка (компетентности специалиста), материальных и временны́х затрат. Предложенная классификация учитывает возможные вариации для наиболее известных ИАБП, а также ИАБП, которые обычно не используются при испытаниях подсистем ОАБП и, как следствие, представляют угрозу для биометрических систем.

Список литературы / References

1. George A. et al. Biometric face presentation attack detection with multi-channel convolutional neural network // IEEE transactions on information forensics and security. – 2019. – Т. 15. – С. 42–55.
2. Li H. et al. Unsupervised domain adaptation for face anti-spoofing //IEEE Transactions on Information Forensics and Security. – 2018. – Т. 13. – №. 7. – С. 1794–1809.
3. [Электронный ресурс]. URL: https://www.idrnd.ai/what-is-passive-facial-liveness-and-why-you-shouldnt-use-face-biometrics-without-it/
4. Tan X. et al. Face liveness detection from a single image with sparse low rank bilinear discriminative model //Computer Vision–ECCV 2010: 11th European Conference on Computer Vision, Heraklion, Crete, Greece, September 5-11, 2010, Proceedings, Part VI 11. – Springer Berlin Heidelberg, 2010. – С. 504–517.
5. Anjos A., Marcel S. Counter-measures to photo attacks in face recognition: a public database and a baseline //2011 international joint conference on Biometrics (IJCB). – IEEE, 2011. – С. 1–7.
6. Zhang Z. et al. A face antispoofing database with diverse attacks //2012 5th IAPR international conference on Biometrics (ICB). – IEEE, 2012. – С. 26–31.
7. [Электронный ресурс]. URL: https://www.bioid.com/2019/07/24/presentation-attack-detection/.
8. [Электронный ресурс]. URL: http://jingcailiu.com/wearable-face-projector/.
9. Николаев. Д.Е. О вопросах безопасности биометрических систем идентификации. Форум «Безопасность информационных технологий в цифровой экономике» (БИТЦЭ–2022). 27 сентября 2022 г. /
   Nikolaev. Д.Е. "Operations of biometric identification systems." Forum «Improvement of technological information in encryption экономике» (БИТЦЭ–2022). 27 centiabr 2022 г.
10. Николаев. Д.Е. «Вопросы защиты биометрических систем идентификации от атак на предъявление биометрического образа». Конференция «Доверенный искусственный интеллект–2022». 6 декабря 2022 г. /
    Nikolaev. Д.Е. «Prosys to use biometric identification systems other than atak на “biometric prediction”. Conference «Doverenny искусственный интеллект–2022». 6 December 2022

11. Николаев. Д.Е. О вопросах безопасности биометрических систем идентификации. Форум «Цифровая экономика: Технологии доверенного искусственного интеллекта». г. Москва, технологическая долина МГУ «Воробьевы горы». 25 мая 2023 г./
    Nikolaev. Д.Е. "Operations of biometric identification systems." Forum «Cypher economics: Технологии доверенного искусственного intellect». г. Moscow, технологическая долина МГУ «Воробьевы горы». May 25, 2023
12. Николаев. Д.Е. Атаки на биометрическое предъявление в биометрических системах идентификации. Конференция «Биометрическое распознавание личности. Перспективы развития в правоохранительной сфере». г. Москва, ГИАЦ МВД РФ. 17 мая 2024 г./
    Nikolaev. Д.Е. «Attaki in biometric prediction in biometric systems “identification”. Conference «Biometric распознавание личности. Perspektive division into “private sphere”. г. Москва, ГИАЦ МВД РФ. May 17, 2024
13. Николаев. Д.Е. Вопросы защиты биометрических систем идентификации от атак на предъявление биометрического образца. Форум «Технологии доверенного искусственного интеллекта». г. Москва, Кластер «Ломоносов». 27 мая 2024 г./
    Nikolaev. Д.Е. «Prosys to use biometric identification systems other than atak на «biometric «prediction». Forum «Technology of ancient and intellectual intellect». г. Moscow, Class “Lomonosov”. May 27, 2024
14. Kowalski M. A study on presentation attack detection in thermal infrared //Sensors. – 2020. – Т. 20. – №. 14. – С. 3988.
15. Bhattacharjee S., Mohammadi A., Marcel S. Spoofing deep face recognition with custom silicone masks // 2018 IEEE 9th international conference on biometrics theory, applications and systems (BTAS). – IEEE, 2018. – С. 1–7.
16. Цифровой двойник. Какие риски и перспективы существуют у биометрии в России. https://smotrim.ru/video/2808798./
    Cipher two-way. What risks and perspectives depend on biometrics in Russia. https://smotrim.ru/video/2808798.
17. Сбер. https://smotrim.ru/video/2844859?ysclid=lzh09jliye125652662.
18. Shuhei Okawara. Фото: Issei Kato. Reuters.
19. [Электронный ресурс] Crea Fx. URL: https://www.creafx.com/en/.
20. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.pinterest.com/pin/754915956276469033/.
21. Phillips P. J. et al. Distinguishing identical twins by face recognition //2011 IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition (FG). – IEEE, 2011. – С. 185–192.
22. Vijayan V. et al. Twins 3D face recognition challenge //2011 international joint conference on biometrics (IJCB). – IEEE, 2011. – С. 1–7.
23. Le T. H. N. et al. Facial aging and asymmetry decomposition based approaches to identification of twins //Pattern Recognition. – 2015. – Т. 48. – №. 12. – С. 3843–3856.
24. Amit Chatterjee, Vimal Bhatia, Shashi Prakash, Anti-spoof touchless 3D fingerprint recognition system using single shot fringe projection and biospeckle analysis, Optics and Lasers in Engineering, Volume 95, 2017, Pages 1–7.
25. Pacut A., Czajka A. Aliveness detection for iris biometrics //Proceedings 40th annual 2006 international carnahan conference on security technology. – IEEE, 2006. – С. 122–129.
26. Singh R. et al. Plastic surgery: A new dimension to face recognition //IEEE Transactions on Information Forensics and Security. – 2010. – Т. 5. – №. 3. – С. 441–448.
27. Singh R. et al. On the robustness of face recognition algorithms against attacks and bias //Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. – 2020. – Т. 34. – №. 09. – С. 13583–13589.

Для цитирования
Николаев Д.Е., Снежкина О.С., Мамаев В.Ю., Самородов А.В. Применение статистических моделей для прогнозирования эксплуатационных характеристик при оценке качества и подтверждении соответствия биометрических систем / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 730–737.

УДК 57.087.1

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА И ПОДТВЕРЖДЕНИИ СООТВЕТСТВИЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Николаев Д.Е., *директор, некоммерческое партнерство «Русское биометрическое общество»; председатель ТК 098 «Биометрия и биомониторинг»; начальник сектора, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва*
Снежкина О.С., *руководитель направления по исследованиям и испытаниям перспективных биометрических технологий, Некоммерческое партнерство «Русское биометрическое общество»; инженер, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва*
Мамаев В.Ю., *заместитель директора, некоммерческое партнерство «Русское биометрическое общество»; заместитель председателя ТК 098 «Биометрия и биомониторинг»; инженер, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва*
Самородов А.В., *канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой, кафедра «Биомедицинские технические системы», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва*

В статье рассмотрено применение теории экстремальных значений для прогнозирования эксплуатационных характеристик при оценке качества и подтверждении соответствия биометрических систем в условиях ограниченного объема экспериментальных данных и показана возможность предсказания вероятности ложного совпадения (ВЛС) на порядок меньше, чем может быть рассчитана по экспериментальной выборке. Показан пример применения статистической модели обобщенного распределения экстремальных значений (rGEV) для прогнозирования значений ВЛС за пределами экспериментальных данных, в качестве которых использованы 6 искусственно сгенерированных наборов данных на основе бета-распределения с разными параметрами. Полученные результаты показывают применимость описанного в статье подхода для прогнозирования эксплуатационных характеристик биометрических систем в условиях ограниченного объема экспериментальных данных при технологических испытаниях, а также при сценарных и оперативных испытаниях, если доступна информация о степенях схожести.

Ключевые слова: теория экстремальных значений, биометрия, статистическая модель, эксплуатационные характеристики, биометрические технологии, системы биометрической верификации, обобщенное распределение экстремальных значений.

APPLICATION OF STATISTICAL MODELS TO PREDICT PERFORMANCE IN TESTING BIOMETRIC SYSTEMS

Nikolaev D.E., *director, Non-Commercial Partnership «Russian Biometric Society»; chairman of TC 098 «Biometrics and Biomonitoring»; Head of department, Bauman Moscow State Technical University, Moscow*
Snezhkina O.S., *head of the department for research and testing of promising biometric technologies, Non-Commercial Partnership «Russian Biometric Society»; engineer, Bauman Moscow State Technical University, Moscow*
Mamaev V.Y., *deputy director, Non-Commercial Partnership «Russian Biometric Society»; deputy chairman of TC 098 «Biometrics and Biomonitoring»; engineer, Bauman Moscow State Technical University, Moscow*

Samorodov A.V., *PhD, associate professor, head of department, department of Biomedical Engineering Systems, Bauman Moscow State Technical University, Moscow*

The article discusses the application of extreme value theory to predict the performance of biometric systems in tests with a limited amount of experimental data and demonstrates the possibility of predicting a false match rate (FMR) that is an order of magnitude lower than can be calculated from experimental data. An example of applying statistical models of the generalized extreme value distribution (rGEV) to extrapolate the FMR values beyond the empirical range is shown. 6 synthetic data sets with beta-distribution with different parameters are used as empirical data. The obtained results demonstrate the applicability of the approach described in the article to predict the performance of biometric systems under conditions of a limited amount of experimental data during technological tests, as well as during scenario and operational tests, if comparison scores are available.

Keywords: extreme value theory, biometrics, statistical model, performance characteristics, biometric technologies, biometric verification systems, generalized extreme value distribution.

Введение

Современные биометрические технологии находят широкое применение в различных областях, включая безопасность, контроль доступа и персонализированное обслуживание. Тем не менее, одной из ключевых проблем, с которыми сталкиваются разработчики и исследователи, является необходимость прогнозирования эксплуатационных характеристик биометрических систем и алгоритмов, особенно в условиях ограниченного объема данных. В первую очередь это относится к оценке значения ВЛС, которая основана на результатах непарных сравнений.

Если в экспериментальном наборе данных не зафиксировано случаев ложного совпадения, в биометрии используется статистическое «правило трех». Однако это правило актуально только при отсутствии ложных совпадений в исследуемом наборе данных и не позволяет оценить вероятность ошибки, если зарегистрировано хотя бы одно ложное совпадение. Применение «правила тридцати» оправдано в том случае, если зафиксировано не менее 30 ложных совпадений. Согласно этому правилу вероятность ошибки находится в диапазоне ±30 % от наблюдаемой относительной частоты ошибки с уровнем доверия 90 %.

По мере повышения точности систем биометрической верификации и уменьшения ожидаемых значений ВЛС увеличиваются и требования к объему данных о результатах непарных сравнений, которые зачастую являются нереализуемыми с точки зрения времени и стоимости создания наборов данных. В этих условиях традиционные статистические методы могут оказаться недостаточными для достоверной оценки эксплуатационных характеристик, в первую очередь ВЛС, что делает важным использование более специализированных подходов, таких как теория экстремальных значений.

Основная проблематика статьи

Данная статья посвящена исследованию применения теории экстремальных значений для прогнозирования вероятности ложного совпадения (ВЛС) систем биометрической верификации (сравнение 1:1) на относительно небольшом объеме данных. В статье рассмотрено, как применение статистической модели обобщенного распределения экстремальных значений (rGEV) к набору данных результатов непарных сравнений позволяет выполнить прогнозирование ВЛС.

1. Применение теории экстремальных значений для оценки ВЛС в биометрии

При оценке эксплуатационных характеристик систем биометрической верификации теория экстремальных значений используется для оценки хвостов распределения результатов непарных сравнений разных субъектов данных. Анализ хвоста распределения данных позволяет экстраполировать значения за пределы наблюдаемого диапазона. Для оценки ВЛС на относительно небольшом объеме данных применяется модель обобщенного распределения экстремальных значений (GEV), вариацией которой является предельное совместное

обобщенное распределение экстремальных значений для статистики наибольшего порядка r (rGEV) [1].

2. Модель GEV (rGEV)

Обобщенное распределение экстремальных значений, также известное как GEV, представляет собой модель распределения экстремальных значений, широко используемую для оценки максимального значения, ожидаемого в определенный период времени в будущем.

Применение модели GEV состоит в разделении набора данных на блоки равной длины и адаптировании модели к набору экстремальных значений блоков. Выбор размера блока представляет собой поиск компромисса между смещением и дисперсией: слишком малые блоки приводят к смещению в оценке и экстраполяции, а большие блоки содержат малое количество экстремальных значений, что приводит к большой дисперсии оценки [2]. Модель GEV имеет три параметра: параметр местоположения μ, параметр масштаба σ и параметр формы ξ.

Для статистической оценки ВЛС в качестве экстремальных значений используют r наибольших значений блока. Такая статистическая модель называется моделью rGEV. На практике обычно выбирают r как можно больше при условии адекватного соответствия модели и данных [2], при этом r не должно быть слишком большим, поскольку в этом случае в набор данных для оценки могут попасть значения, которые нельзя рассматривать как экстремальные. Модель rGEV имеет такие же параметры, как и GEV, но для построения rGEV используется больше наблюдаемых экстремальных значений, что повышает ее точность.

Построение модели rGEV осуществляется следующим образом.

Извлечение набора данных для оценки

В первую очередь необходимо выбрать параметры извлечения набора данных для оценки из исходного набора данных: количество блоков m, количество результатов сравнений в каждом блоке n и количество экстремальных значений в каждом блоке r.

Нахождение параметров модели распределения rGEV ($\mu\hat{}$ – местоположение, $\sigma\hat{}$ – масштаб, $\xi\hat{}$ – форма)

К извлеченному набору данных применяется один из методов для нахождения параметров модели. К таким методам относятся: графические методы, основанные на вероятностных распределениях; методы, основанные на моментах; процедуры, в которых параметры оцениваются как заданные функции порядковых статистик; и методы, основанные на правдоподобии. Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки, но методы, основанные на правдоподобии, считаются наиболее полезными и адаптивными к построению сложных моделей [2].

Проверка пригодности модели

Проверка пригодности модели осуществляется путем построения диагностических графиков для исходного набора данных и извлеченного набора экстремальных значений. Для проверки модели могут быть использованы квантильный график (Q-Q), график уровня возврата, график вероятности и график плотности. При этом график Q Q и график уровня возврата считаются наиболее информативными.

В случае, если построенный диагностический график показывает существенное расхождение распределений, необходимо вернуться к выбору параметров извлечения экстремальных значений и повторять описанную процедуру до тех пор, пока диагностический график не покажет приемлемую пригодность модели.

Если построенная модель rGEV подходит для данных, строится график 1 – CDF (CDF – кумулятивная функция распределения). Точки на расчетной кривой 1 – CDF соответствуют значениям экстраполированной ВЛС.

3. Применение модели rGEV для прогнозирования ВЛС

3.1 Материалы и методы

3.1.1 Набор данных

Для апробации описанного подхода было использовано 6 наборов искусственно сгенерированных степеней схожести – результатов непарных сравнений.

На сегодняшний день в литературе отсутствует единый подход к созданию искусственно сгенерированных распределений степеней схожести (скор-баллов) для биометрических систем. В [3] представлена теория «биометрического зоопарка», согласно которой всех пользователей системы можно условно разделить на категории. Пользователям каждой категории соответствует своя тенденция получения скор-баллов. По мнению авторов, распределение получаемых от биометрической системы скор-баллов зависит от состава испытуемой группы/группы пользователей системы и является комбинацией распределений отдельных пользователей.

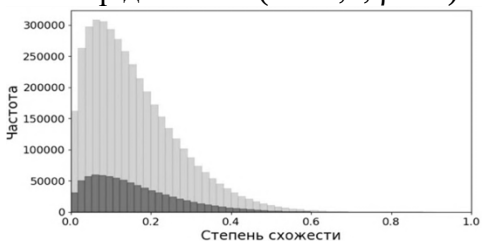
Понятие «распределение скор-баллов» (для подлинных лиц, пассивных и активных самозванцев) в основном упоминается косвенно в публикациях, посвященных объединению данных, полученных от нескольких систем или от мультимодальной системы, и способам их нормализации [4, 5]. В [6] авторы рассматривают равномерное, гауссовское и логнормальное распределения. В [7] упоминается синтетический набор скор-баллов, полученный с использованием многомерного нормального распределения с различными ковариационными матрицами.

Сгенерированный набор скор-баллов был использован в [8], однако способ генерации в публикации не описан. В статье [9] используются сгенерированные наборы данных со следующими распределениями: нормальное, бета, хи-квадрат и равномерное.

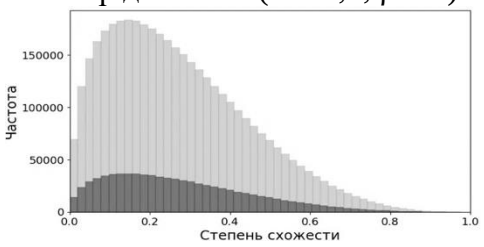
В настоящем исследовании для генерации наборов данных было использовано бета-распределение с различными параметрами. Значения случайной величины, подчиняющейся бета-распределению, варьируются в диапазоне [0; 1), что соотносится со значениями степеней схожести, генерируемыми биометрической системой; при этом 0 соответствует наименьшему сходству, 1 – наибольшему. Для каждого распределения было сгенерировано 4 млн значений.

Для проверки возможности применения для прогнозирования ВЛС статистической модели rGEV, описанной в п. 2 настоящей статьи, из каждого сгенерированного набора данных было случайным образом извлечено 20% (800 тыс.) значений для последующего применения к ним модели rGEV. На рис. 1 светло-серым цветом показаны исходные распределения данных, темно-серым – распределения извлеченных 20% данных.

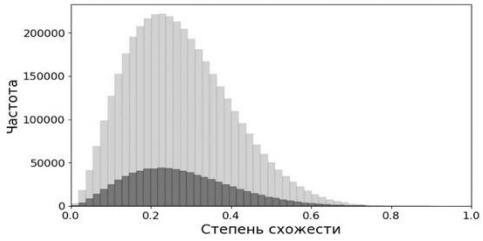
Набор данных 1 (α = 1,5; β = 8)



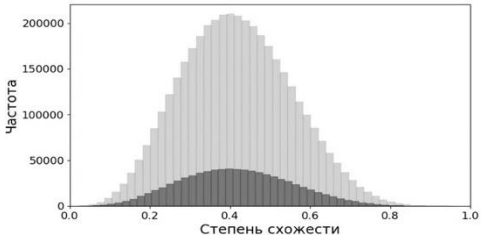
Набор данных 2 (α = 1,5; β = 4)



Набор данных 3 (α = 3; β = 8)



Набор данных 4 (α = 5; β = 7)



Набор данных 5 (α = 0,9; β = 2,5)

Набор данных 6 (α = 0,8; β = 10)

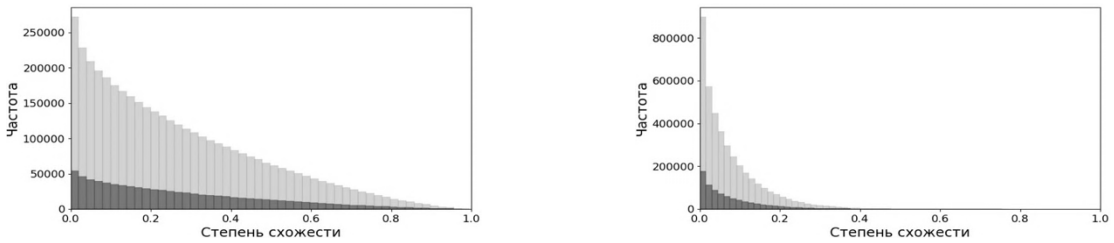


Рис. 1. Гистограммы распределения наборов данных: светло-серым цветом показаны исходные данные, темно-серым – извлеченные данные (20 %)

3.1.2 Выбор параметров и проверка пригодности модели

Для проверки пригодности модели были использованы квантильные графики Q-Q. В качестве количественной оценки величины несоответствия квантилей модели и квантилей данных рассчитана среднеквадратическая разность (СКР).

Для дополнительной визуализации были также построены графики плотности вероятности моделей совместно с гистограммами данных.

3.2 Применение модели rGEV для прогнозирования ВЛС

В табл. 1 приведены значения параметров rGEV для 6 наборов данных. Визуальное сравнение графика плотности вероятности построенной модели и гистограммы данных и соответствующие графики Q-Q и значения СКР показаны на рис. 2. На рис. 3 приведены графики 1 – CDF (экстраполированной ВЛС) для rGEV, набора данных с 800 тыс. значений и исходного набора данных с 4 млн значений.

Таблица 1

Параметры rGEV

Параметр	**Набор данных 1**	**Набор данных 2**	**Набор данных 3**	**Набор данных 4**	**Набор данных 5**	**Набор данных 6**
m	3 125	800	1600	5 000	128	3200
n	256	1000	500	160	6250	250
r	1	2	1	2	4	1
$\hat{\mu}$	0.5556	0.8386	0.6887	0.7393	0.9530	0.3958
$\hat{\sigma}$	0.0577	0.0359	0.0436	0.0399	0.0142	0.0579
$\hat{\xi}$	0.1344	0.2167	0.1513	0.1493	0.2813	0.0887

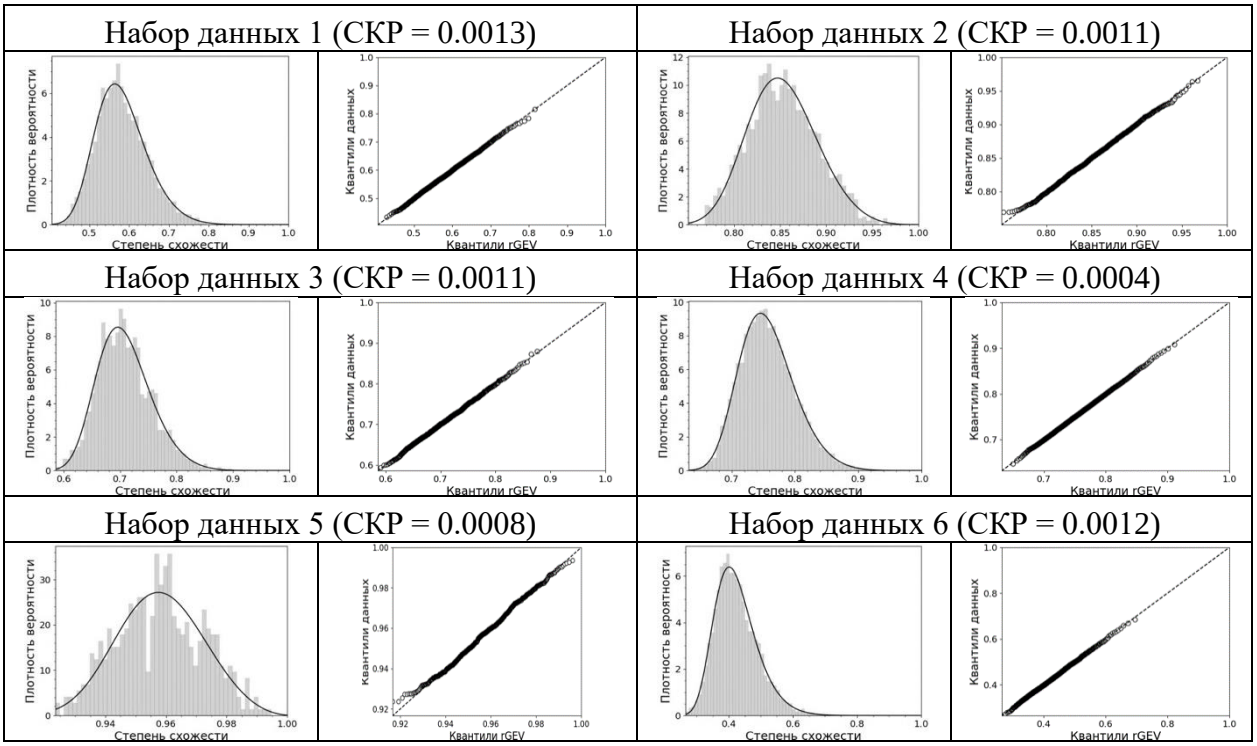


Рис. 2. Плотность вероятности и графики Q-Q для rGEV. На графиках плотности вероятности серым цветом показана гистограмма данных, используемых для построения модели, черной сплошной линией – плотность вероятности модели rGEV

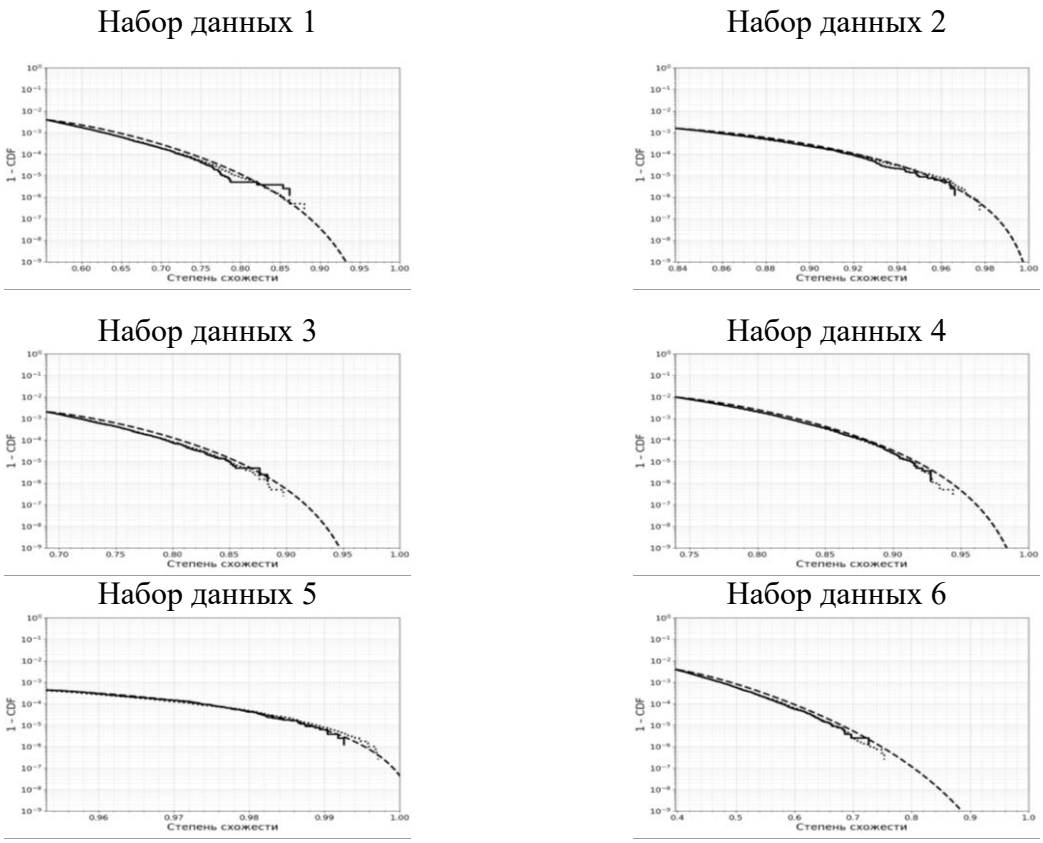


Рис. 3. 1 – CDF (экстраполированная ВЛС) для rGEV (штриховая линия), набора данных с 800 тыс. значений (сплошная линия) и исходного набора данных с 4 млн значений (пунктирная линия)

4. Результаты

Полученные графики Q-Q для модели rGEV (рис. 2) для всех наборов данных расположены вблизи прямой $y = x$, что свидетельствует о хорошем соответствии построенной модели и данных. Все графики 1 – CDF (рис. 3) также показывают пригодную аппроксимацию набора данных, использованного при построении модели.

Размер выборки из 800 тыс. значений позволяет непосредственно оценить ВЛС порядка $10^{-5}…10^{-6}$. С использованием исходного набора данных из 4 млн значений можно оценить точность экстраполяции данных за пределами доступных для построения модели значений в диапазоне $[2{,}5 \cdot 10^{-7}; 7{,}5 \cdot 10^{-7}]$. Для оценки точности экстраполяции рассчитано значение СКР для значений степени схожести исходных данных (4 млн значений), соответствующих значениям 1–CDF меньше или равных 10^{-6}, и соответствующих значений степени схожести, оцененных с помощью модели rGEV (табл. 3). Полученные значения СКР позволяют сделать вывод о том, что модель rGEV пригодна для экстраполяции в исследуемом диапазоне.

Таблица 2

СКР для степеней схожести наборов данных и модели rGEV в диапазоне $[\mathbf{2,5 \cdot 10^{-7}; 7,5 \cdot 10^{-7}}]$

Набор данных	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
СКР	0.0035	0.0024	0.0128	0.0126	0.0006	0.0228

Значения СКР дают представление о величинах погрешностей порога, устанавливаемого для заданной ВЛС за пределами экспериментальных данных.

Заключение

В статье рассмотрено применение теории экстремальных значений в биометрии для прогнозирования эксплуатационных характеристик систем биометрической верификации и показана возможность предсказания ВЛС на порядок меньше, чем может быть рассчитана по экспериментальной выборке. Представлены результаты применения статистической модели rGEV к 6 наборам искусственно сгенерированных данных для экстраполирования значений ВЛС за пределы доступного диапазона значений.

Модель rGEV продемонстрировала хорошее соответствие данным для всех 6 наборов. Во всех случаях данные модели показали пригодную аппроксимацию используемых для построения модели данных.

Оценка СКР в диапазоне ВЛС $[2{,}5 \cdot 10^{-7}; 7{,}5 \cdot 10^{-7}]$ для исходных наборов данных из 4 млн значений и соответствующих данных модели показала, что модель rGEV пригодна для экстраполяции в исследуемом диапазоне.

Полученные результаты означают, что модель экстремальных значений rGEV может быть использована для прогнозирования значения ВЛС за пределами диапазона экспериментальных данных.

Описанный в статье метод можно применять не только при технологических испытаниях, но и при сценарных и оперативных испытаниях, если доступны степени схожести для непарных сравнений.

Список литературы / References

1. ISO/IEC 5152:2024 Information technology – Biometric performance estimation methodologies using statistical models
2. Coles S. et al. An introduction to statistical modeling of extreme values. – London: Springer, 2001. – Т. 208. – С. 208.
3. Dunstone T., Yager N. (ed.). Biometric system and data analysis: Design, evaluation, and data mining. – Boston, MA: Springer US, 2009.

4. Gupta K., Walia G. S., Sharma K. Quality based adaptive score fusion approach for multimodal biometric system //Applied Intelligence. – 2020. – Т. 50. – №. 4. – С. 1086–1099.
5. Akhtar Z. et al. Robustness analysis of likelihood ratio score fusion rule for multimodal biometric systems under spoof attacks // 2011 Carnahan Conference on Security Technology. – IEEE, 2011. – С. 1-8.
6. Štruc V. et al. Beyond parametric score normalisation in biometric verification systems //IET biometrics. – 2014. – Т. 3. – №. 2. – С. 62–74.
7. Srinivas N., Veeramachaneni K., Osadciw L.A. Fusing correlated data from multiple classifiers for improved biometric verification //2009 12th international conference on information fusion. – IEEE, 2009. – С. 1504–1511.
8. Makrushin A. et al. General requirements on synthetic fingerprint images for biometric authentication and forensic investigations // Proceedings of the 2021 ACM Workshop on Information Hiding and Multimedia Security. – 2021. – С. 93–104.
9. Nautsch A. et al. Making likelihood ratios digestible for cross-application performance assessment //IEEE signal processing letters. – 2017. – Т. 24. – №. 10. – С. 1552–1556.

Для цитирования
Остапенко М.С., Мацюк К.Е. Анализ нормативной документации, регламентирующей безопасность и надежность промысловых нефтепроводов / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 738–743.

УДК 658.562.3

АНАЛИЗ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩЕЙ БЕЗОПАСНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ ПРОМЫСЛОВЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

Остапенко М.С., *канд. техн. наук, ФГБУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Россия, г. Тюмень*
Мацюк К.Е., *аспирант, ФГБУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Россия, г. Тюмень*

Исследованы действующие своды правил, стандарты и приказы Ростехнадзора, определяющие требования к проектированию, строительству и эксплуатации трубопроводов из стальных и композитных материалов. Отмечено, что основное внимание в нормативной базе уделяется этапам проектирования и строительства, при этом вопросы мониторинга и диагностики в процессе эксплуатации регламентированы недостаточно. Выявлено, что отсутствие единых и четких требований по контролю технического состояния трубопроводов является ключевой проблемой, снижающей надежность в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: промысловый трубопровод, надежность и безопасность, нормативная документация, риски.

APPROACH TO TRAINING STAFF OF OPEN DISTRIBUTED INFORMATION SYSTEMS OPERATION SERVICES

Ostapenko M.S., *Ph.D. in Technical Sciences, Tyumen Industrial University, Russia, Tyumen*
Macuk K.E., *Postgraduate Student, Tyumen Industrial University, Russia, Tyumen*

The current set of rules, standards, and orders of Rostekhnadzor (Federal Service for Ecological, Technological, and Nuclear Supervision) defining the requirements for the design, construction, and operation of pipelines made of steel and composite materials were studied. It was noted that the regulatory framework focuses primarily on the design and construction stages, while issues of monitoring and diagnostics during operation are not sufficiently regulated. It was found that the lack of uniform and clear requirements for monitoring the technical condition of pipelines is a key problem that reduces reliability during operation.

Keywords: industrial pipeline, reliability and safety, regulatory documentation, risks.

Обеспечение надежности и безопасности промысловых трубопроводов является одной из приоритетных задач нефтегазового комплекса России. От эффективного функционирования трубопроводной системы зависит устойчивость добычи, транспортировки и подготовки углеводородного сырья, а также экологическая и промышленная безопасность регионов добычи.

Под обеспечением безопасности и надежности промысловых трубопроводов понимается установление и реализация проектных значений параметров и качественных характеристик в течение всего их жизненного цикла [1]. Совершенствование материалов и технологий создает необходимость расширения нормативной базы, что, в свою очередь, вызывает многообразие требований. А также, учитывая многолетний опыт существования трубопроводного транспорта, аварии и разливы на промысловых трубопроводах по причине коррозии и старения трубопровода остаются на первом месте, что говорит о недостаточной

регламентации мер по контролю за состоянием трубопровода. В связи с этим существует необходимость в систематизации всех установленных требований, правил и стандартов.

Основным действующим документом, определяющим критерии, параметры и качественные характеристики надежности и безопасности промысловых стальных трубопроводов, является СП 284.1325800. 2016[1]. В данном своде правил регламентируются требования к проектированию, строительству и реконструкции промысловых трубопроводов, указывается значение коэффициентов надежности по материалу и нагрузке, в зависимости от назначения и категории участков трубопроводов. Документ также охватывает выбор трассы и материалов, расчеты на прочность и стойкость, монтаж, сварочные работы, различные виды защиты и покрытий, а также испытания трубопровода.

В ГОСТ Р 55990–2014 [2] определяются категории и классы трубопроводов и их участков, порядок контроля качества, а также требования к материалам, их механическим свойствам, стойкости к коррозии. Содержит расчеты, схожие с СП 284, но отличается наличием испытания давлением и более широким описанием защиты от коррозии.

СП 393.1325800.2018 [3] регламентирует порядок строительства, реконструкции и ввода в эксплуатацию трубопроводов нефти и газа. В документе закреплены требования к организации строительных работ, технологиям монтажа и сварки, контролю качества, безопасности и охране окружающей среды. Представляет собой обобщенный документ для магистральных и промысловых трубопроводов, который систематизирует ранее созданные своды правил и ГОСТы, в том числе [1, 2].

Руководство [4] не является нормативно-правовым актом, но относится к документации, позволяющей обеспечить безопасность промысловых трубопроводов. Риск аварий рассматривается с точки зрения возможных последствий, и, соответственно, рекомендуется использовать анализ их результатов при подготовке проектной документации, то есть на этапе проектирования, поэтому руководство может дополнить своды правил [1, 3].

СП 483.1325800.2020 [5] определяет общие требования для трубопроводов из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом, пункт 8 настоящих правил содержит информацию в области обеспечения необходимого уровня надежности и безопасности и опирается на схожий пункт в своде правил [1], а также дополняет его индивидуальными для данного материала труб показателями, в том числе коэффициентом надежности по нагрузке.

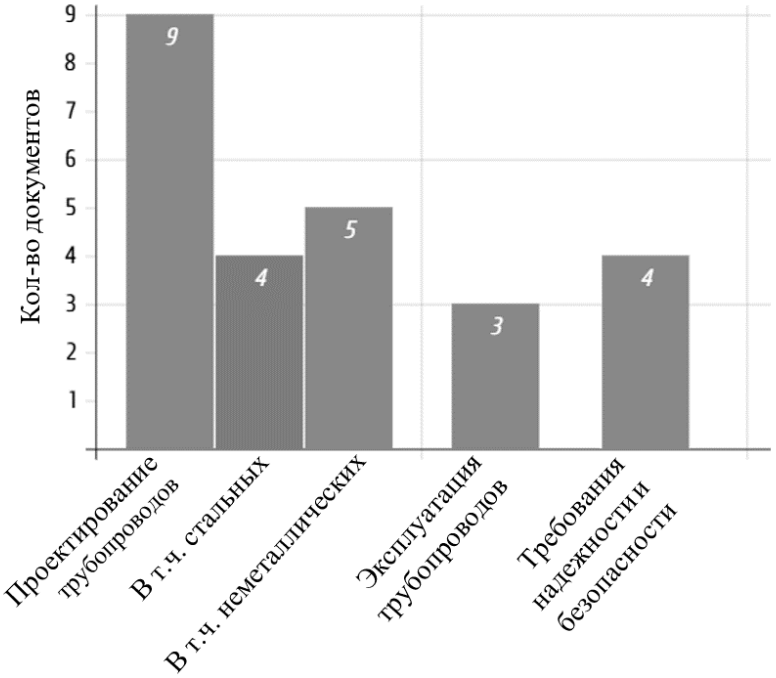
В связи с популярностью и растущим потенциалом композитных материалов активно расширяется список трубопроводов из неметаллических труб; например, ГОСТ Р 59834–2021 [6] представляет собой отдельный от привычных, касающихся стальных трубопроводов, документ и устанавливает технические требования к трубопроводам из композитных материалов. В данном стандарте определяются классификации труб, требования к материалам и конструкции, таким как многослойность, тип армирующих элементов, нормируются показатели прочности, герметичности и стойкости к внутренним и внешним факторам. Для композитных материалов также предусмотрен ГОСТ Р 59411–2021 [7], который аналогично стандарту [6] устанавливает различные требования, но более важно, что в данном стандарте регламентируется эксплуатация трубопровода, которая должна обязательно учитывать особенности стеклопластиковых труб. В части эксплуатации данный стандарт описывает только аварийный запас труб, требования к персоналу и к контролю давления и опирается на приказ [8], в нем более четко прописан контроль технического состояния трубопроводов. Не менее важными являются стандарты ГОСТ Р 70624–2023 и ГОСТ Р 70623–2023 [9, 10], они тоже распространяются на проектирование и строительство композитных материалов, но первый не содержит информации об эксплуатации трубопроводов данного вида, а второй схож по структуре со стандартом [7] и регламентирует требования в процессе эксплуатации, но отличается нормированием очистки трубопроводов от некоторых видов отложений на внутренней поверхности трубопровода.

Последним на данный момент документом, регламентирующим безопасность и надежность трубопроводов, является СП 536.1325800.2024, который представляет собой документ, обобщающий стандарты [6, 7], однако в него не вошли другие стандарты [9, 10],

подходящие с точки зрения регламентации композитных трубопроводов. Как и свод правил [1], он распространяется на проектирование и строительство, определяет категории трубопроводов и их участков, опираясь на [1, 3], но отдельно для неметаллических труб устанавливает допустимое рабочее давление и коэффициент надежности по классу эксплуатации.

Приказ Ростехнадзора от 15 декабря 2020 г. № 534 [8], во-первых, является обязательным для применения на опасных производственных объектах нефтегазовой промышленности, во-вторых, помимо требований к самим промысловым трубопроводам, в нем содержатся требования к их эксплуатации, чего нет в другой нормативной документации. Несмотря на это, главная причина выхода из строя трубопроводов, а именно несвоевременное принятие мер по мониторингу текущего состояния, остается без единого регламента. При этом установка периодичности и объема технического обслуживания и ревизии остается за эксплуатирующей организацией. В качестве примера в приказе Ростехнадзора от 21.12.2021 № 444 [11] для технологических трубопроводов в пункте V.X. регламентируется их техническое освидетельствование, в котором четко прописаны меры в процессе эксплуатации трубопровода, направленные на минимизацию рисков аварий по причине коррозии.

По полученным результатам анализа на рисунке можно увидеть, что основной упор нормативной документации приходится на установлении требований к этапу проектирования и строительства промысловых трубопроводов. Лишь часть документов устанавливает общие требования к необходимым мерам контроля и мониторинга состояния трубопровода в процессе эксплуатации в виде обязательства организации на создание внутренней проектной документации, технических регламентов и др.



Количество документов, регламентирующих жизненный цикл промысловых трубопроводов, в зависимости от их содержания

Таким образом, коррозию, как и другие факторы, связанные с материалами и оборудованием, можно отнести к второстепенным причинам возникновения аварий, а именно недостаточное регламентирование необходимых мер в процессе эксплуатации промысловых трубопроводов обозначить как главную причину возникновения риска аварий на промысловых трубопроводах.

Риски, связанные с оборудованием, могут и должны исключаться должным уровнем мониторинга, контроля и диагностики его состояния. Важным фактором остается то, что данные действия должны четко и в полном объеме регламентироваться нормативными

документами и обязывать организации не только разрабатывать документацию, но и принимать на должном уровне меры по выявлению дефектов, так как это ключевое мероприятие, обеспечивающее безопасную и безаварийную эксплуатацию трубопроводов [12].

Для сравнения: международный стандарт ISO 13623:2017 [13] определяет единые требования и рекомендации по проектированию, строительству, эксплуатации и выводу из эксплуатации трубопроводных систем, используемых в нефтегазовой промышленности. Его основной целью является обеспечение целостности, надежности и безопасности трубопроводов на всех стадиях жизненного цикла. Стандарт распространяется на жесткие металлические трубопроводы, включая наземные и морские участки, и охватывает все основные процессы, от выбора материалов и расчетов прочности до эксплуатации и технического обслуживания. В то же время документ не применяется к гибким или неметаллическим системам, а также не имеет обратной силы в отношении ранее построенных трубопроводов.

Структура ISO 13623 выстроена по принципу жизненного цикла трубопроводной системы. Она включает разделы, посвященные проектированию, материалам, строительству и сварке, испытаниям, эксплуатации, техническому обслуживанию и аварийным процедурам. Особое внимание уделяется вопросам выбора материалов, методов сварки, качеству покрытий и систем катодной защиты, что обеспечивает комплексный подход к предотвращению коррозионных и механических дефектов. В документе приводятся ссылки на сопутствующие стандарты, что формирует единую нормативную экосистему, связывающую все этапы создания и эксплуатации трубопроводов.

Одной из ключевых особенностей ISO 13623 является включение этапа эксплуатации и обслуживания в общую структуру требований. Стандарт предписывает обязательное наличие эксплуатационных процедур, программ технического обслуживания, планов мониторинга состояния трубопровода и мер по предупреждению аварий. В приложении F представлены рекомендации по объему таких процедур и порядку их документирования. Таким образом, эксплуатационный контроль рассматривается как равнозначная составляющая управления безопасностью наряду с проектированием и строительством. Этот подход делает ISO 13623 ближе к концепции pipeline integrity management, реализованной в американских рекомендациях.

Важное место в стандарте занимает система защиты от коррозии, рассматриваемая как обязательный элемент управления надежностью. ISO 13623 связывает выбор покрытий, катодной защиты и материалов не только с условиями эксплуатации, но и с процедурами контроля: измерением потенциалов, ревизией дренажей, периодическим осмотром и анализом данных мониторинга. Такой системный подход обеспечивает переход от проектных мер к регулярному управлению эксплуатационными рисками.

В 2024 году опубликована поправка, которая вводит дополнительные положения для трубопроводного транспорта углекислого газа и водорода. Поправка учитывает растущее число проектов в области улавливания и хранения углерода, а также водородной энергетики. В ней уточняются требования к материалам, расчетным режимам и испытаниям, направленные на предотвращение специфических рисков, таких как водородное растрескивание и колебания давления при изменении фазового состояния газа. Эти положения представляют особый интерес при проектировании современных систем закачки, переработки и транспортировки углеводородов и сопутствующих газов.

В целом ISO 13623:2017 задает комплексный риск-ориентированный подход, охватывающий идентификацию угроз, оценку рисков, выбор мер контроля и смягчения, верификацию эффективности и непрерывное совершенствование эксплуатационных процедур. Для промысловых трубопроводов данный стандарт может служить универсальной формой, позволяющей унифицировать требования к проектированию, строительству и эксплуатации, а также внедрить системный мониторинг технического состояния.

Таким образом, можно отметить, что ISO 13623 уделяет существенно больше внимания вопросам эксплуатации и технического обслуживания, тогда как российские документы сосредоточены преимущественно на проектных аспектах и на самостоятельном установлении организацией правил в процессе эксплуатации. Международная практика делает обязательными процедуры диагностики, периодического обследования и управления изменениями, а также требует документирования всех операций по обеспечению целостности трубопровода. Перенос этих положений в национальные стандарты позволит повысить уровень промышленной и экологической безопасности, а также приблизить отечественную систему регулирования к мировым практикам управления надежностью трубопроводных систем.

Анализ нормативной документации, регламентирующей безопасность и надежность промысловых нефтепроводов, позволил выявить недостатки в системе стандартов и сводов правил. Основной акцент в нормативной базе смещен на ранние стадии жизненного цикла трубопровода – проектирование и строительство, тогда как вопросы, связанные с текущим техническим состоянием, отражены лишь частично и в большей мере остаются на усмотрение эксплуатирующей организации.

В связи с этим главным выводом работы, безусловно, является необходимость совершенствования нормативно-правовой базы в части эксплуатации промысловых трубопроводов [14]. В первую очередь требуется разработка комплексных требований, которые будут определять мероприятия, необходимые для контроля технического состояния трубопровода в процессе эксплуатации, а также совершенствование системы метрологического обеспечения [15]. Важно, чтобы такие меры носили не рекомендательный, а обязательный характер, что позволит снизить риски, связанные с выходом трубопровода из строя.

Список литературы

1. СП 284.1325800.2016 Трубопроводы промысловые для нефти и газа. Правила проектирования и производства работ. – Введ. 2017-06-17. – М.: Стандартинформ, 2017. – 110 с.
2. ГОСТ Р 55990–2014 Надежность в технике. Термины и определения. – введ. 2015-07-01. – М.: Стандартинформ, 2015. – 20 с.
3. СП 393.1325800.2018 Промысловые трубопроводы. Правила проектирования и эксплуатации. – Введ. 2019-06-01. – М.: Минстрой России, 2018. – 65 с.
4. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 10 января 2023 г. № 4 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методика анализа риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазодобычи» // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: http://publication.pravo.gov.ru (accessed 14.09.2025).
5. СП 483.1325800.2020 Промысловые трубопроводы. Требования к проектированию, строительству и эксплуатации. – Введ. 2021-06-01. – М.: Минстрой России, 2020. – 72 с.
6. ГОСТ Р 59834–2021 Промысловые трубопроводы. Трубы гибкие полимерные армированные и соединительные детали к ним. Общие технические условия. – Введ. 2022-07-01. – М.: Стандартинформ, 2021. – 34 с.
7. ГОСТ Р 59411–2021 Нефтяная и газовая промышленность. Трубы стальные для промысловых трубопроводов. Общие требования. – Введ. 2022-01-01. – М.: Стандартинформ, 2021. – 40 с.
8. Приказ Ростехнадзора от 15 декабря 2020 г. № 534 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности». – Зарегистрирован в Минюсте России 24.02.2021 № 62597 // Официальный интернет портал правовой информации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/573230594
9. ГОСТ Р 70624–2023 Нефтяная и газовая промышленность. Методы оценки коррозионной стойкости промысловых трубопроводов. – Введ. 2024-01-01. – М.: Стандартинформ, 2023. – 52 с.
10. ГОСТ Р 70623–2023 Нефтяная и газовая промышленность. Трубы. Методы испытаний на стойкость к сульфидному растрескиванию под напряжением. – Введ. 2024-01-01. – М.: Стандартинформ, 2023. – 48 с.
11. Приказ Федеральной служба по экологическому, технологическому и атомному надзору от 21.12.2021 № 444 «Об утверждении Руководства по безопасности…» // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: https://docs.cntd.ru/document/727902346 .
12. Вагайцев С.Н., Сивоконь И.С. Диагностика нефтепромысловых трубопроводов с применением современного оборудования для неразрушающего контроля концепция, лучшая практика, развитие // Территория Нефтегаз. 2013. № 8. С. 28–37.

13. ISO 13623:2017. Petroleum and natural gas industries – Pipeline transportation systems. – Geneva: International Organization for Standardization, 2017. – 74 p.
14. Совершенствование методов построения причинно-следственных диаграмм для решения задач управления в организационных системах / И.В. Гаврилова, О.С. Зиновьева, Е.А. Лапина, Н.С. Сергеева // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 8-2. – С. 247–251.
15. Василега Д.С., Зырянова В.А. Метрология как основа нефтегазовой отрасли // Транспорт и машиностроение Западной Сибири. – 2019. – № 2. – С. 74–78. – EDN TBWXRL.

References

1. SP 284.1325800.2016. Field pipelines for oil and gas. Design and condtruction rules. – Introduced 17.06.2017. – Moscow: Standartform, 2017. – 110 p.
2. GOST R 559900–2014. Reliability in engineering. Terms and definitions. – Introduced 01.07.2015. – Moscow: Standartform, 2015. – 20 p.
3. SP 393.1325800.2018. Field pipelines. Design and operation rules. – Introduced 01.06.2019. – Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2018. – 65 p.
4. Order of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision of January 10, 2023 No. 4 "On approval of the Safety Guide Methodology for Risk Analysis of Accidents at Hazardous Oil and Gas Production Facilities"' // Official legal information portal. – URL: http://publication.pravo.gov.ru (accessed 14.09.2025).
5. SP 483.1325800.2020. Field pipelines. Requirements for design, construction and operation. – Introduced 01.06.2021. – Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2020. – 72 p.
6. GOST R 59834–2021. Field pipelines. Flexible polymer reinforced pipes and their connecting parts. General specifications. – Introduced 01.07.2022. – Moscow: Standartinform, 2021. – 34 p.
7. GOST R 59411–2021. Oil and gas industry. Steel pipes for field pipelines. General requirements. – Introduced 01.01.2022. – Moscow: Standartinform, 2021. – 40 p.
8. Order of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision of December 15, 2020 No. 534 "On approval of Federal rules and regulations in the field of industrial safety 'Safety rules in the oil and gas industry". – Registered by the Ministry of Justice of Russia on 24.02.2021 No. 62597 // Official legal information portal. – URL: https://docs.cntd.ru/document/573230594 (accessed 14.09.2025).
9. GOST R 70624–2023. Oil and gas industry. Methods for assessing the corrosion resistance of field pipelines. – Introduced 01.01.2024. – Moscow: Standartinform, 2023. – 52 p.
10. GOST R 70623–2023. Oil and gas industry. Pipes. Methods for testing resistance to sulfide stress cracking. – Introduced 01.01.2024. – Moscow: Standartinform, 2023. – 48 p.
11. Order of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision of December 21, 2021 No. 444 "On approval of the Safety Guide..." // Official legal information portal. – URL: https//docs.cntd.ru/document/727902346 (accessed 14.09.2025).
12. Vagaytsev S.N., Sivokon I.S. Diagnostics of oilfield pipelines using modern non-destructive testing equipment: concept, best practices, development // Territory of Oil and Gas. 2013. no. 8, pp. 28–37.
13. ISO 13623:2017. Petroleum and natural gas industries – Pipeline transportation systems. – Geneva: International Organization for Standardization, 2017. – 74 p.
14. Sovershenstvovanie metodov postroeniya prichinno-sledstvennykh diagramm dlya resheniya zadach upravleniya v organizatsionnykh sistemakh / I.V. Gavrilova, O.S. Zinovyeva, E.A. Lapina, N.S. Sergeeva // Fundamentalnye issledovaniya. – 2015. – № 8-2. – S. 247–251.
15. Vasilega D.S., Zyryanova V.A. Metrologiya kak osnova neftegazovoy otrasli // Transport i mashinostroenie Zapadnoy Sibiri. – 2019. – № 2. – S. 74–78. – EDN TBWXRL.

Для цитирования
Пантелеев А.С. Научно-методические подходы к разработке корпоративных стандартов в нефтегазовой отрасли / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 744–749.

УДК 006

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ КОРПОРАТИВНЫХ СТАНДАРТОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Пантелеев А.С., *канд. техн. наук, доцент кафедры «Стандартизация, сертификация и управление качеством производства нефтегазового оборудования», ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина», Россия, г. Москва*

В статье обоснована необходимость системного подхода к корпоративной стандартизации в нефтегазовой отрасли. Разработана методология идентификации и классификации стандартов организации, а также инновационная модель онтологически взвешенного нормативного расстояния, обеспечивающая количественную оценку семантического, структурного и содержательного расхождения между российскими и зарубежными нормативными документами. Подход ориентирован на легитимную адаптацию передового зарубежного опыта в условиях технологической зависимости и геополитических ограничений, способствуя формированию непротиворечивой, адаптивной и суверенной системы корпоративных стандартов.

Ключевые слова: стандартизация, корпоративная стандартизация, стандарт организации, методология, нормативное расстояние, гармонизация стандартов, адаптация зарубежного опыта, технологический суверенитет, нефтегазовая отрасль.

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF CORPORATE STANDARDS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

Panteleev A.S.*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Standardization, Certification and Quality Management of Oil and Gas Equipment Production, National University of Oil and Gas «Gubkin University», Moscow*

The article substantiates the necessity of a systematic approach to corporate standardization in the oil and gas industry. A methodology for the identification and classification of organizational standards is developed, along with an innovative model of Ontologically Weighted Normative Distance that provides a quantitative assessment of semantic, structural, and substantive divergence between Russian and foreign normative documents. The proposed approach is designed to enable the legitimate adaptation of advanced international practices under conditions of technological dependency and geopolitical constraints, thereby facilitating the formation of a consistent, adaptive, and sovereign system of corporate standards.

Keywords: standardization, corporate standardization, corporate standard, methodology, normative distance, standard harmonization, adaptation of foreign best practices, technological sovereignty, oil and gas industry.

В современных геополитических и экономических условиях обеспечение технологического суверенитета и операционной эффективности является стратегическим приоритетом для ключевых отраслей промышленности Российской Федерации, и в первую очередь – для нефтегазового комплекса. Краеугольным камнем в достижении этих целей выступает система корпоративной стандартизации. Именно она призвана унифицировать требования, формализовать лучшие практики и обеспечить создание согласованной и непротиворечивой нормативной базы, являющейся фундаментом для производственной безопасности, управления качеством и внедрения инноваций.

Однако, несмотря на свою значимость, сфера корпоративной стандартизации в России сталкивается с серьезными системными и научными проблемами. Действующая нормативно-правовая база, в частности Федеральный закон № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации», регулирует эту область лишь в общих чертах.

Ключевой термин «стандарт организации» (СТО) имеет крайне расплывчатое определение, что на практике позволяет относить к этой категории широкий пласт внутренних документов, не соответствующих методологическому назначению стандарта.

Согласно № 162-ФЗ стандарт организации – утвержденный юридическим лицом документ по стандартизации, предназначенный для совершенствования производства, обеспечения качества продукции, выполнения работ и оказания услуг [1].

В составе национальной и межгосударственной систем стандартизации роль опорных документов выполняют ГОСТ Р 1.0–1.18 и ГОСТ 1.0–1.1, которые задают терминологию и базовые правила, но не предписывают проектирование корпоративной системы стандартов как целостной иерархии. В частности, ГОСТ Р 1.4–2004 устанавливает общие положения, цели, принципы, объекты стандартизации и базовые требования к содержанию (структуре) стандартов организаций, но не предусматривает процедур гармонизации с внешними нормативными документами и не определяет механизмов учета международных, зарубежных или национальных требований при разработке СТО [2].

В практических реалиях нефтегазовой отрасли сущностная и смысловая нагрузка термина «стандарт организации» тяготеет к техническим регламентирующим документам, тесно связанным с производственными процессами, ориентированным на улучшение объектов стандартизации и охватывающим не только продукцию, но и работы и услуги [3]. Эти положения формируют исходный вектор, в направлении которого требуется выстраивать организационно-методическую систему для нефтегазовых предприятий.

Отсюда вытекает методический вакуум: правовое определение СТО остается широким, внутренние документы формируются стихийно, а методология увязки с международными и национальными требованиями не унифицирована.

Значимость проблемы становится критической на фоне необходимости адаптации зарубежных практик. Санкционные ограничения и уход иностранных компаний создали риск утраты значимого массива технологических и организационных решений, зафиксированных в зарубежных стандартах и руководствах. Одновременно возросла потребность в их легитимной интеграции в российскую нормативную среду через корректную трансформацию требований в новые корпоративные стандарты, учитывающие законодательные нормы и национальную систему стандартизации РФ.

Таким образом, нормативные и понятийные основания, закрепленные в законодательстве и национальной системе стандартизации, задают общую рамку функционирования корпоративных систем стандартизации, однако не обеспечивают достаточной методологической определенности для их практической реализации [4]. Установленные правовые и терминологические ориентиры, хотя и фиксируют сущностные характеристики стандарта организации, не содержат процедурных механизмов, позволяющих однозначно идентифицировать, классифицировать и валидировать внутренние документы в качестве подлинных СТО [5]. Эта недостаточная операционализация нормативных предписаний порождает методологический разрыв между декларируемыми принципами стандартизации и ее фактической практикой в корпоративной среде, что проявляется в эмпирически наблюдаемой диффузии нормативных форм и снижении управляемости качества через стандартизацию. Именно этот разрыв становится отправной точкой для разработки системной методологии, направленной на восстановление соответствия между нормативным идеалом и организационной действительностью.

Для выявления и изучения обозначенных проблем, а также для выработки действенных решений, направленных на повышение эффективности корпоративной стандартизации, автором было проведено эмпирическое исследование. В его основе лежал всесторонний анализ базы документов на примере крупной нефтегазовой компании. Исходными данными

послужил неструктурированный массив, включающий более 20 тысяч внутренних документов, формально заявленных как корпоративные стандарты. Целью исследования стало проведение ревизии данного документного корпуса с последующим отделением подлинных стандартов организации от иных видов внутренней регламентирующей документации, их систематической классификацией и оценкой степени гармонизации относительно международных, зарубежных, национальных и корпоративных систем стандартизации. Для достижения поставленных задач была разработана и применена комплексная двухконтурная методология, сочетающая формализованную предметную классификацию и критериальную валидацию статуса документов.

Двухконтурная процедура анализа: предметная классификация и критериальная валидация

Первый контур – тематическая структуризация по Общероссийскому классификатору стандартов (ОКС). Содержание документов сопоставляется с иерархией классификатора на основе косинусного сходства векторов ключевых терминов согласно формуле (1):

$$\mathrm{sim}(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = \frac{\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}}{\| \mathbf{a} \| \| \mathbf{b} \|}, \quad (1)$$

где a – вектор ключевых терминов анализируемого стандарта организации (СТО), b – вектор ключевых терминов соответствующего раздела ОКС, $a \cdot b$ – скалярное произведение векторов, а $\|a\|$ и $\|b\|$ – их евклидовы нормы.

Такой метод позволяет определять разделы, группы и подгруппы ОКС, к которым относятся стандарты организации, и тем самым формировать «карту нормативного поля» компании. Важно, что речь идет не о лексическом подборе, а об устойчивой текстово-терминологической процедуре, пригодной для обработки больших корпусов (массивов документов) и повторного применения при актуализации.

Второй контур – критериальная валидация статуса стандартов организации. В рамках экспертного анализа были разработаны девять специализированных критериев, обеспечивающих однозначную дифференциацию СТО от иных внутренних нормативных документов. Эти критерии были применены в процедуре метода Дельфи, предполагающей анонимное многократное оценивание экспертами с последующей количественной верификацией степени согласованности суждений. Согласованность экспертных оценок определялась на основе энтропийного коэффициента, рассчитываемого по формуле Шеннона (2):

$$H = -\sum_{i=1}^{n} p_i \log_2 p_i, \quad (2)$$

где p_i – доля экспертов, присвоивших определенную оценку объекту i, n – количество возможных оценок.

Такой подход позволяет отделить стандарты организаций от иных внутренних документов и снижает зависимость от индивидуальной экспертизы за счет формализации процедуры и контроля статистической достоверности оценок.

В рамках второго контура дополнительно проводилась экспертная оценка уровня гармонизации СТО. Для этой цели были специально разработаны новые критерии и шкалы уровней гармонизации, основанные на преимущественном содержании в документах положений из международных, зарубежных, национальных или корпоративных стандартов. Уровень гармонизации определялся по доминирующей нормативной базе, лежащей в основе конкретного СТО, что позволило дифференцировать документы по степени их соответствия внешним и внутренним источникам нормирования.

Результаты двухконтурного анализа позволяют не только сформировать перечень «истинных» СТО, но и провести комплексную оценку уровня гармонизации.

Результаты проведенного исследования оказались весьма показательными. Критериальный анализ выявил, что из более чем 20 тысяч первоначально заявленных документов лишь 7% по своей сути являются стандартами организации. Это означает, что 93% массива составляют иные внутренние документы, которые ошибочно включены в фонд СТО, что создает информационный шум и значительно усложняет управление нормативной базой.

Проведенный анализ уровня гармонизации (на основе новых критериев и шкал) подтвержденных СТО показал следующее распределение: 38% документов относятся к корпоративному уровню (отражают внутренние разработки и иностранный корпоративный опыт), 11% – к национальному (основаны на российских нормах), 22% содержат уникальный опыт компании, а оставшаяся доля в 29% ориентирована на международный и/или зарубежный уровень.

С учетом того, что совокупная условная доля иностранных требований и норм в проанализированных СТО составляет 67%, данный факт в сочетании с современной геополитической конъюнктурой обусловливает актуализацию ключевой научно-прикладной проблемы – обеспечения устойчивой интеграции зарубежного нормативного и технологического опыта. Санкционные ограничения, а также прекращение деятельности иностранных компаний на российском рынке создают объективный риск утраты доступа к критически важным технологиям и управленческим практикам, накопленным и формализованным в международных, зарубежных и иностранных корпоративных стандартах на протяжении десятилетий. В этих условиях приоритетной задачей становятся легитимная адаптация, системное сохранение и последующая инкорпорация обозначенного массива знаний в структуру корпоративных стандартов организации с соблюдением требований действующего российского законодательства.

В этих условиях для решения задачи сопоставления и гармонизации стандартов, принадлежащих к различным нормативным направлениям (например, американскому и российскому), был предложен принципиально новый подход – модель онтологически взвешенного нормативного расстояния (ОВНР). Модель вводит в теорию стандартизации новое формализованное понятие – «нормативное расстояние», учитывающее не только лексическое или структурное сходство документов, но и семантическую глубину их содержания через призму онтологически организованной предметной области.

Под нормативным расстоянием понимается комплексная количественная мера различия между двумя нормативными документами, интегрирующая оценку семантического сходства текстов, структурной организации, полноты покрытия требований и их нормативной обязательности. Такой подход позволяет объективно измерять степень соответствия, дублирования или расхождения между зарубежными и отечественными требованиями, а также выявлять потенциальные точки интеграции и адаптации критически важного технологического опыта.

Модель онтологически взвешенного нормативного расстояния (ОВНР) представляет собой формализованный подход к сравнительному анализу нормативных документов, разработанный для решения задач гармонизации российских и зарубежных стандартов в условиях геополитической нестабильности и технологической зависимости. Реализация модели осуществляется в три последовательных этапа, объединяющие методы теории графов, семантического анализа и нечеткой логики.

Этап 1. Формализация стандарта в виде иерархического графа

Каждый стандарт s∈S моделируется как направленный ациклический граф (DAG) согласно формуле (3):

$$G_s = (V_s, E_s), \tag{3}$$

где $V_s = \{v_1, \dots, v_n\}$ – множество узлов, соответствующих конкретным требованиям (включая разделы, подразделы и пункты), а $E_s \subset V_s \times V_s$ – множество дуг, отражающих иерархические «раздел – подраздел» связи.

Такая структура позволяет сохранить как содержательную, так и логико-структурную целостность документа, что критически важно при сравнении стандартов с различной архитектурой.

Этап 2. Векторизация и взвешивание требований

Текст каждого требования t_i, соответствующего узлу v_i, преобразуется в числовой вектор $\mathbf{p}_i \in \mathbb{R}^d$, где d – размер доменного словаря отрасли. Вектор строится на основе модифицированного метода TF-IDF, дополненного коэффициентом онтологической центральности γ_k (4):

$$p_{ik} = \mathrm{tf}_{ik} \cdot \mathrm{idf}_k \cdot \gamma_k, \quad (4)$$

где tf_{ik} – частота термина k в требовании t_i, idf_k – его обратная частота в корпусе документов, а $\gamma_k \in [0,1]$ – коэффициент онтологической центральности термина k (или мера значимости), вычисляемый как нормализованная степень узла в онтологическом графе отрасли.

Дополнительно каждому требованию присваивается нечеткий вес обязательности $\mu_i \in [0,1]$, отражающий его нормативную силу:

- $\mu_i = 1.0$ – «должен» (обязательное требование),
- $\mu_i = 0.7$ – «рекомендуется»,
- $\mu_i = 0.3$ – «может быть учтено».

На основе этих компонент формируется расширенный вектор узла по формуле (5):

$$\mathbf{z}_i = (\mu_i \cdot \mathbf{p}_i,\ \mu_i,\ \mathrm{depth}(v_i)) \in \mathbb{R}^{d+2}, \quad (5)$$

Данный вектор интегрирует семантику, нормативную силу и позицию в иерархии, что позволяет анализировать не просто тексты требований, а полные нормативные единицы.

Этап 3. Расчет метрики нормативного расстояния

Итоговое нормативное расстояние $\Delta(s, s')$ между двумя стандартами определяется как взвешенная сумма трех компонентов согласно формуле (6):

$$\Delta(s, s') = \alpha \cdot D_{\mathrm{sem}} + \beta \cdot D_{\mathrm{struct}} + \gamma \cdot D_{\mathrm{coverage}}, \quad (6)$$

где:

– $\boldsymbol{\alpha + \beta + \gamma = 1}$**,** а веса задаются экспертами в зависимости от приоритетов задачи;

– **семантическая компонента** D_{sem} оценивает смысловую близость требований на основе косинусного сходства расширенных векторов $\mathbf{z}_i$ с фильтрацией по порогу онтологической близости;

– **структурная компонента** D_{struct} измеряет различие в логике построения документов и рассчитывается через нормированное расстояние редактирования графов (Graph Edit Distance);

– **компонента покрытия** D_{coverage} отражает степень полноты перекрытия одного стандарта другим и определяется как доля непокрытых требований.

Адекватность модели была подтверждена с использованием методов теории устойчивости: при искусственном внесении шума (удаление до 15% терминов, инверсия весов обязательности у 10% требований, усечение иерархии) относительное отклонение нормативного расстояния не превышало 8% (среднее $\varepsilon = 0.06$). Это свидетельствует о высокой устойчивости и внутренней согласованности модели, что особенно важно в условиях отсутствия внешних эталонов для валидации.

Таким образом, модель ОВНР обеспечивает строгий, воспроизводимый и безопасный (без зависимости от предобученных нейросетей) инструмент для сравнения, анализа и гармонизации нормативных документов, ориентированный на сохранение и легитимную адаптацию зарубежного опыта в рамках российской правовой и технологической среды.

Заключение

Разработка и внедрение научно обоснованных методических основ корпоративной стандартизации представляют собой стратегическую необходимость для нефтегазовой отрасли, обусловленную как системными пробелами в нормативно-правовом регулировании, так и вызовами современной геополитической и технологической среды. Предложенный подход, интегрирующий эмпирический аудит корпоративной документации с инновационной математической моделью онтологически взвешенного нормативного расстояния, формирует комплексный инструмент для преодоления смысловой и структурной фрагментации нормативной базы.

Практическая значимость данного подхода проявляется в нескольких ключевых эффектах. Во-первых, он обеспечивает существенное снижение временных и трудовых затрат на разработку и актуализацию стандартов организации за счет автоматизации рутинных процедур сравнительного анализа. Во-вторых, достигается повышение качества, полноты и внутренней согласованности нормативной системы, что минимизирует риски дублирования и противоречий. В-третьих, модель предоставляет научно обоснованный механизм для легитимного сохранения, адаптации и инкорпорации лучших мировых практик, формализованных в международных, зарубежных и корпоративных стандартах, что особенно актуально в условиях санкционного давления и ухода иностранных компаний. Наконец, формализация экспертных процедур снижает зависимость от субъективного опыта отдельных специалистов и способствует систематизации и репрезентации организационных знаний.

Таким образом, применение разработанного подхода позволяет осуществить переход от стихийного, хаотичного формирования нормативной базы к проактивному, системному управлению ею. Создание жизнеспособной, адаптивной и непротиворечивой системы корпоративной стандартизации выступает в качестве ключевого фактора обеспечения технологического суверенитета, промышленной безопасности и долгосрочной конкурентоспособности отечественных нефтегазовых компаний в условиях глобальной нестабильности.

Список литературы

1. О стандартизации в Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон Рос. Федерации от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 19 июня 2015 г., одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 24 июня 2015 г. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181810/ (дата обращения: 03.10.2025).
2. ГОСТ Р 1.4–2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения. – М., 2018. 8 с.
3. Панова А.С. Правовое регулирование корпоративных стандартов // Бизнес, менеджмент и право. – 2024. – № 3. – С. 32–36.
4. Сорокин Е. О стандартизации на уровне организаций и предприятий // Стандарты и качество. – 2022. – № 4. – С. 20–25.
5. Соколов С. Нормативное обеспечение разработки стандартов и технических условий // Стандарты и качество. – 2012. – № 9. – С. 34–39.

References

1. O standartizacii v Rossijskoj Federacii: feder. zakon Ros. Federacii ot 29 iyunya 2015 g. № 162-FZ : prinyat Gos. Dumoj Feder. Sobr. Ros. Federacii 19 iyunya 2015 g., odobr. Sovetom Federacii Feder. Sobr. Ros. Federacii 24 iyunya 2015 g. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181810/ (accessed 03.10.2025).
2. GOST R 1.4-2004. Standartizaciya v Rossijskoj Federacii. Standarty` organizacij. Obshhie polozheniya. M., 2018. 8 p.
3. Panova A.S. Pravovoe regulirovanie korporativny`x standartov // Biznes, menedzhment i pravo. – 2024. – № 3. – pp. 32–36.
4. Sorokin E. O standartizacii na urovne organizacij i predpriyatij // Standarty` i kachestvo. – 2022. – № 4. – Pp. 20-25.
5. Sokolov S. Normativnoe obespechenie razrabotki standartov i texnicheskix uslovij // Standarty` i kachestvo. – 2012. – № 9. – Pp. 34–39.

Для цитирования
Поджарская М.С. Гибридные испытания с использованием полунатурного моделирования в авиастроении: анализ современных подходов и перспективы стандартизации / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 750–755.

ГИБРИДНЫЕ ИСПЫТАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛУНАТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В АВИАСТРОЕНИИ: АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

УДК 005.6

Поджарская М.С., *инженер 2-й кат., аспирант ФГБОУ ВО «МАИ (НИУ)», Россия, г. Москва*

Исследуется проблематика стандартизации гибридных испытаний с использованием полунатурного моделирования как ключевого фактора их интеграции в процессы управления качеством и сертификации в авиастроении. Проведен анализ современных подходов, включая опыт создания стендов «Железная птица» для МС-21 и комплексных стендов компании Boeing. Систематизирована существующая нормативная база РФ в области математического моделирования, выявлены ее возможности и ограничения применительно к гибридным экспериментам. На основе анализа выявлены пробелы в части стандартизации гибридных испытаний и предложена основа для формирования новых стандартов.

Ключевые слова: гибридные испытания, полунатурное моделирование, стандартизация, авиастроение, управление качеством, «Железная птица», нормативная база, сертификация.

HYBRID TESTING USING HARDWARE-IN-THE-LOOP SIMULATION IN AIRCRAFT MANUFACTURING: ANALYSIS OF CURRENT APPROACHES AND STANDARDIZATION PROSPECTS

Podzharskaya M.S., *2nd category engineer, postgraduate student of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "MAI (National Research University)", Russia, Moscow*

This paper focuses on standardizing hybrid testing with hardware-in-the-loop simulation to make it a standard part of quality management and certification in aircraft manufacturing. The article analyzes modern approaches, including the development of "Iron Bird" test rigs for the MC-21 and Boeing's integrated benches. It also examines Russian regulations on mathematical modeling, assessing their suitability for hybrid experiments. The findings show a lack of specific standards for this type of testing, and a foundation for developing new standards is proposed.

Keywords: Hybrid testing, Hardware-in-the-loop (HIL) simulation, Standardization, aircraft building, Quality Management, standards, "Iron Bird", Certification.

В современном мире авиационный транспорт прочно утвердился в качестве одного из ключевых элементов международной и национальной транспортной инфраструктуры. За многолетнюю историю развития авиационной отрасли сформировались высокие требования к безопасности полетов, все сильнее ужесточающиеся с течением времени [1, 2].

Современное авиастроение характеризуется созданием летательных аппаратов (далее – ЛА) повышенной сложности, что закономерно ведет к удорожанию и увеличению продолжительности их жизненного цикла, включающего в себя этап испытаний. В настоящее время для оценки соответствия компонентов авиационной техники требованиям технического задания и сертификационных документов проводятся наземные испытания на стендах натурного моделирования или производится математическое моделирование при помощи расчетных методов. Традиционные натурные испытания, особенно в части исследования

критических и предельных режимов эксплуатации, сопряжены с высокими рисками, значительными материальными затратами и зачастую не позволяют в полной мере исследовать поведение системы в силу технологических ограничений. Расчетные методы сопровождаются сложностью моделирования нелинейных процессов, высокими погрешностями и необходимостью дальнейшей верификации математической модели.

Перспективным направлением, позволяющим нивелировать указанные ограничения и уменьшить количество испытательных полетов на опытных самолетах, является применение гибридных испытаний (далее – ГИ) с использованием метода полунатурного моделирования (далее – ПНМ). В рамках данного подхода создается испытательный стенд, в рамках которого объект испытаний взаимодействует в реальном времени с математической моделью других объектов системы.

Необходимость полноценных испытаний, проверяющих работу подсистем самолета во всех возможных режимах эксплуатации, подтверждается существующей нормативной базой. Нормы летной годности определяют требования к эксплуатационным характеристикам и безопасности подсистем самолета, для подтверждения соответствия которым проводят наземные и летные испытания. ГОСТ Р 58849–2020 «Авиационная техника гражданского назначения. Порядок создания. Основные положения» прямо предполагает возможность проведения испытаний, сопровождающихся математическим моделированием [3]. Однако в отличие от устоявшихся методик испытаний, например для проверок на внешние воздействующие факторы, регламентированных в документах, подобных КТ-160G, для гибридных испытаний аналогичная детализированная нормативная база в России отсутствует. Это приводит к ограничению возможности интеграции данного типа испытаний в систему управления качеством и препятствует использованию результатов ГИ при сертификации авиационной техники.

Целью данного исследования является разработка предложений по стандартизации ГИ и их последующей интеграции в процессы управления качеством.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью разработки стандартов для гибридных испытаний, позволяющих внедрить их в существующую СМК, сократив стоимость и сроки разработки авиационной техники.

Обзор современных подходов к гибридным испытаниям

Методы ПНМ нашли широкое применение в смежных областях, таких как испытания систем управления и создание пилотажных комплексов.

Анализ современных исследований и отраслевой практики показывает, что ГИ прошли путь развития от узкоспециализированного инструмента тестирования бортовой электроники до комплексного подхода, используемого при разработке и сертификации авиационной техники.

Первоначально методы полунатурного моделирования применялись преимущественно для испытаний бортового радиоэлектронного оборудования. Такие стенды позволяли проводить тестирование аппаратуры в условиях, максимально приближенных к реальным, но без необходимости использования всего комплекса систем самолета [4]. Этот подход стал основой для создания более сложных испытательных комплексов.

Значительным шагом в развитии ГИ стало создание комплексных стендов типа «Железная птица» [5]. Отечественный опыт корпорации «Иркут» при создании самолета МС-21 демонстрирует успешное применение данного подхода для интеграции и отладки механических, гидравлических и электрических систем. Особенностью методологии является сочетание реальных физических компонентов с математическими моделями окружающей среды и систем самолета.

В мировой практике также активно внедряются ГИ при разработке авиационной техники. Компания Boeing еще в 1990-х годах реализовала проект Boeing's 777 Systems Integration Lab [6], который стал образцом комплексного подхода к интеграционному

тестированию. В дальнейшем этот опыт был развит в программах 787 Dreamliner, где результаты гибридных испытаний использовались при сертификации.

Анализ литературы показывает растущий интерес к методам распределенного гибридного моделирования, когда компоненты испытательного стенда могут быть географически разнесены, но функционировать как единая система [7]. Это открывает новые возможности для сотрудничества между разработчиками различных систем.

Анализ нормативной базы для математических моделей

Ключевым документом, регламентирующим порядок создания авиационной техники, является ГОСТ Р 58849–2020 «Авиационная техника гражданского назначения. Порядок создания. Основные положения». Данный документ допускает использование математического моделирования при испытаниях, создавая правовую основу для применения гибридных методов.

Особое значение для обеспечения достоверности результатов ГИ имеет существующая нормативная база, устанавливающая требования к созданию и верификации математических моделей, интегрируемых в полунатурные стенды.

Фундаментальное значение имеют стандарты серии ГОСТ Р 57700, которые детально регламентируют процессы численного моделирования и верификации программного обеспечения:

– ГОСТ Р 57700.1–2017 и ГОСТ Р 57700.2–2017 устанавливают общие требования к сертификации программного обеспечения для численного моделирования;

– ГОСТ Р 57700.8–2017 и ГОСТ Р 57700.9–2017 определяют четкие требования к верификации ПО для моделирования течений жидкостей и газов;

– ГОСТ Р 57700.10–2017 регламентирует верификацию и валидацию численных моделей сложных элементов конструкций в области упругости;

– ГОСТ Р 57700.12–2017 устанавливает требования к верификации ПО для моделирования сверхзвуковых течений [8, 9, 10, 11, 12, 13].

Стандарты ГОСТ Р 57296–2016 и ГОСТ Р 57297–2016 задают интегрированный подход к управлению информацией жизненного цикла, обеспечивая согласованность данных на всех этапах создания изделия [14, 15].

ГОСТ Р 57412–2017 определяет общие положения использования компьютерных моделей в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий, создавая методологическую основу для применения моделей в гибридных испытаниях [16].

Несмотря на имеющиеся успешные примеры использования гибридных испытаний в процессе сертификации, анализ литературы выявляет существенный пробел в области стандартизации этих процессов. Проведенный анализ позволяет идентифицировать следующие проблемы:

1. Отсутствие специализированных стандартов, регламентирующих непосредственно проведение гибридных испытаний, несмотря на наличие развитой базы для математического моделирования.

2. Неопределенность требований к интеграции верифицированных математических моделей в стенды для проведения ГИ.

3. Отсутствие унифицированных критериев оценки достоверности результатов полунатурных экспериментов.

Таким образом, несмотря на существование прецедентов успешного применения ГИ в разработке и сертификации отдельных образцов авиационной техники, отсутствие единых требований к методикам проведения испытаний, верификации моделей и оценке достоверности результатов ограничивает возможность широкого внедрения гибридных стендов в систему менеджмента качества авиапредприятий.

Разработка предложений по стандартизации гибридных испытаний

На основе проведенного анализа для устранения выявленных нормативных пробелов необходимо определить план создания комплекса стандартов, регламентирующих проведение гибридных испытаний в авиастроении.

С целью постепенного внедрения стандартов первоначально необходимо создание и внедрение стандарта предприятия (далее – СТП), регламентирующего методики проведения ГИ для конкретных агрегатов и систем. На данном уровне разрабатываются и апробируются методики проведения ГИ для конкретных агрегатов и систем. В рамках МАИ планируется создание методики гибридных испытаний агрегатов гидравлической системы на базе стенда для испытаний гидравлических агрегатов самолета RRJ95-NEW100.

После успешного внедрения методик проведения ГИ агрегатов гидравлической системы самолета RRJ95-NEW100 на уровне СТП необходимы их унификация в масштабах всей авиастроительной отрасли и создание отраслевого стандарта (далее – ОСТ). Ключевым документом этого уровня должен стать документ «Методические указания по проведению гибридных испытаний авиационной техники», который должен включать типовые программы испытаний, требования к аппаратно-программным комплексам и метрологическому обеспечению.

Финальным этапом является разработка национального стандарта ГОСТ, устанавливающего основополагающие принципы, единую терминологию и классификацию методов ГИ. Этот документ должен быть ориентирован на признание со стороны органов по сертификации и приведен в соответствие с сертификационными требованиями и нормами летной годности.

В рамках предлагаемой структуры документов необходимо регламентировать следующие аспекты:

Уточнение терминологии. Закрепление таких ключевых терминов, как «гибридные испытания», «физический компонент», «моделируемый компонент», «стенд полунатурного моделирования», «интерфейс полунатурного моделирования».

Порядок проведения испытаний. Стандарт должен устанавливать требования к следующим процессам:

- верификация и валидация математической модели;
- определение функционала стенда полунатурного моделирования;
- аттестация стенда полунатурного моделирования;
- проведение калибровочных и основных испытаний;
- оформление и обработка результатов, формализация протоколов;
- оценка результатов гибридных испытаний, расчет погрешностей.

Критерии достоверности. Необходимо ввести формализованные метрики, включая количественный критерий сходимости между результатами ГИ и данными валидационных натурных испытаний, статистические критерии (повторяемость, воспроизводимость) и критерии устойчивости математической модели в контуре стенда полунатурного моделирования.

Внедрение стандартизированного подхода к ГИ является стратегической задачей, ведущей к цифровизации отрасли. Ожидаемый экономический и технологический эффект включает:

1. Сокращение сроков опытно-конструкторских работ на 15–20% за счет проведения полунатурных и сокращения натурных испытаний, снижения количества итераций.
2. Снижение общей стоимости испытаний на 25–40% путем минимизации дорогостоящих натурных экспериментов и ресурсоемких разрушающих испытаний.
3. Повышение степени исследования критических и нештатных режимов работы компонентов авиационной техники.
4. Ускорение внедрения инновационных решений (новые материалы, архитектуры) за счет возможности быстрой реконфигурации стенда полунатурного моделирования.

Таким образом, гибридные испытания с использованием полунатурного моделирования представляют собой перспективный метод, способный оптимизировать процесс создания современной авиационной техники. Мировой и отечественный опыт демонстрирует успешное применение данного подхода при разработке и сертификации таких самолетов, как МС-21 и Boeing 787. С целью повсеместного внедрения гибридных испытаний необходима разработка комплексной системы стандартизации. Существующая нормативная база, регламентирующая математическое моделирование (ГОСТ Р 57700.8–2017, ГОСТ Р 57700.9–2017, ГОСТ Р 57700.10–2017, ГОСТ Р 57700.12–2017), создает методологический фундамент, но не покрывает специфические аспекты интеграции верифицированных моделей в контур стендов полунатурного моделирования. Выявленные пробелы (отсутствие единых требований к методикам проведения испытаний, критериям оценки достоверности результатов и процедурам интеграции в систему менеджмента качества) создают существенные барьеры для использования результатов гибридных испытаний при сертификации. В связи с этим предлагаемая трехуровневая система стандартизации (поэтапное внедрение СТП, ОСТ и ГОСТ) представляется оптимальным решением, позволяющим внедрить передовые методы испытаний в отраслевую практику. Реализация данной системы станет ключевым фактором обеспечения технологической независимости и повышения конкурентоспособности отечественного авиастроения в условиях глобального рынка.

Список литературы

1. Петренко И.В., научный руководитель В.В. Сафронов. Правовое регулирование безопасности полетов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. Т. 2. 2015. С. 483–485.
2. Сычева Е.Г. Безопасность полетов как часть системы управления безопасностью авиапредприятий // Проблемы современной экономики (Новосибирск). 2012. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_20586853_43183877.pdf
3. ГОСТ Р 58849–2020 Авиационная техника гражданского назначения. Порядок создания. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2020. – 52 с.
4. Горшков П.С., Казьмин О.О. Распределенный имитационный стенд с открытой программной архитектурой полунатурной отработки узлов и агрегатов воздушного судна // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество», 2015, том 1, с. 299–304.
5. SAE International Information Report, Descriptions of Systems Integration Test Rigs (Iron Birds) for Aerospace Applications, SAE Standard AIR5992, Reaffirmed April 2023, Issued November 2009.
6. Lansdaal M., Lewis L. Boeing's 777 Systems Integration Lab // IEEE Instrumentation & Measurement Magazine Volume: 3, Issue: 3, September 2000, Pp. 13–18.
7. Базаева С.Е. Вопросы применения концепции HLA при создании стендов полунатурного моделирования // Труды НИИСИ РАН, т. 13, № 4 «Математическое и компьютерное моделирование сложных систем: теоретические и прикладные аспекты», 2023, с. 59.
8. ГОСТ Р 57700.1–2017 Численное моделирование для разработки и сдачи в эксплуатацию высокотехнологичных промышленных изделий. Общие положения. – М.: Стандартинформ, 2018.
9. ГОСТ Р 57700.2–2017 Численное моделирование для разработки и сдачи в эксплуатацию высокотехнологичных промышленных изделий. Сертификация программного обеспечения. Требования. – М.: Стандартинформ, 2018.
10. ГОСТ Р 57700.8–2018 Численное моделирование дозвуковых течений вязких жидкостей и газов. Верификация программного обеспечения. – М.: Стандартинформ, 2018.
11. ГОСТ Р 57700.9–2018 Численное моделирование ламинарных течений вязких жидкостей и газов. Верификация программного обеспечения. – М.: Стандартинформ, 2018.
12. ГОСТ Р 57700.10–2018 Численное моделирование физических процессов. Определение напряженно-деформированного состояния. Верификация и валидация численных моделей сложных элементов конструкций в упругой области. – М.: Стандартинформ, 2018.
13. ГОСТ Р 57700.12–2018 Численное моделирование физических процессов. Численное моделирование сверхзвуковых течений невязких газов. Верификация программного обеспечения. – М.: Стандартинформ, 2018.
14. ГОСТ Р 57296–2016 Интегрированный подход к управлению информацией жизненного цикла антропогенных объектов и сред. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2017.
15. ГОСТ Р 57297–2016 Интегрированный подход к управлению информацией жизненного цикла антропогенных объектов и сред. Библиотеки электронных компонент с учетом требований комплексного информационного моделирования. – М.: Стандартинформ, 2016.
16. ГОСТ Р 57412–2017 Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий. Общие положения. – М.: Стандартинформ, 2018.

References

1. Petrenko I.V., Scientific Supervisor V.V. Safronov. Legal Regulation of Flight Safety. Current Problems of Aviation and Cosmonautics. 2015, Vol. 2, pp. 483–485.
2. Sycheva E.G. Flight Safety as a Part of the Enterprise Safety Management System. Problems of Modern Economics (Novosibirsk). 2012. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_20586853_43183877.pdf
3. GOST R 58849–2020. Civil Aviation Equipment. Procedure for Creation. General Principles. Moscow: Standartinform, 2020. 52 p.
4. Gorshkov P.S., Kazmin O.O. Distributed Simulation Test Bench with Open Software Architecture for Hardware-in-the-Loop Testing of Aircraft Units and Assemblies. Proceedings of the International Symposium "Reliability and Quality". 2015, Vol. 1, pp. 299–304.
5. SAE International Information Report. Descriptions of Systems Integration Test Rigs (Iron Birds) for Aerospace Applications. SAE Standard AIR5992, Reaffirmed April 2023, Issued November 2009.
6. Lansdaal M., Lewis L. Boeing's 777 Systems Integration Lab. IEEE Instrumentation & Measurement Magazine. September 2000, Vol. 3, No. 3, pp. 13–18.
7. Bazaeva S.E. Issues of Applying the HLA Concept in the Creation of Hardware-in-the-Loop Simulation Test Benches. Proceedings of the Research Institute for System Studies of the RAS. 2023, Vol. 13, No. 4 "Mathematical and Computer Modeling of Complex Systems: Theoretical and Applied Aspects", p. 59.
8. GOST R 57700.1–2017. Numerical Simulation for the Development and Commissioning of High-Tech Industrial Products. General Provisions. Moscow: Standartinform, 2018.
9. GOST R 57700.2–2017. Numerical Simulation for the Development and Commissioning of High-Tech Industrial Products. Software Certification. Requirements. Moscow: Standartinform, 2018.
10. GOST R 57700.8-2018. Numerical Simulation of Subsonic Flows of Viscous Liquids and Gases. Software Verification. Moscow: Standartinform, 2018.
11. GOST R 57700.9–2018. Numerical Simulation of Laminar Flows of Viscous Liquids and Gases. Software Verification. Moscow: Standartinform, 2018.
12. GOST R 57700.10–2018. Numerical Simulation of Physical Processes. Determination of Stress-Strain State. Verification and Validation of Numerical Models of Complex Structural Elements in the Elastic Region. Moscow: Standartinform, 2018.
13. GOST R 57700.12–2018. Numerical Simulation of Physical Processes. Numerical Simulation of Supersonic Flows of Inviscid Gases. Software Verification. Moscow: Standartinform, 2018.
14. GOST R 57296–2016. Integrated Approach to Life Cycle Information Management for Anthropogenic Objects and Environments. General Principles. Moscow: Standartinform, 2017.
15. GOST R 57297–2016. Integrated Approach to Life Cycle Information Management for Anthropogenic Objects and Environments. Electronic Component Libraries Considering the Requirements of Integrated Information Modeling. Moscow: Standartinform, 2016.
16. GOST R 57412–2017. Computer Models in the Processes of Product Development, Manufacturing, and Operation. General Provisions. Moscow: Standartinform, 2018.

Для цитирования
Решетников В.Н. Методический подход к анализу устойчивости деятельности страховой компании с позиции финансового инвестора / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 756–762.

УДК 004.9

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ УСТОЙЧИВОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ С ПОЗИЦИИ ФИНАНСОВОГО ИНВЕСТОРА

Решетников В.Н., *аспирант, Финансовый университет при Правительстве РФ, Россия, г. Москва*

Страховой рынок является важным элементом финансовой системы, а устойчивость страховых компаний выступает ключевым условием его стабильного функционирования. Традиционные подходы к анализу устойчивости ориентированы преимущественно на интересы регуляторов и клиентов, в то время как интересы финансовых инвесторов учитываются в меньшей степени. В статье предложен методический подход к оценке устойчивости деятельности страховой организации с позиции инвестора. Он основан на выделении универсальных и специфических для инвестора показателей, их нормализации и интеграции в сводную систему оценки. Предложенный подход способствует формированию более объективной оценки устойчивости деятельности страховой организации с позиции финансового инвестора.

Ключевые слова: страховая компания, страховая отрасль, страхование, устойчивость деятельности, финансовая устойчивость, операционная устойчивость, финансовый инвестор, прямые инвестиции.

METHODOLOGICAL APPROACH TO ANALYZING THE SUSTAINABILITY OF AN INSURANCE COMPANY FROM THE PERSPECTIVE OF A FINANCIAL INVESTOR

Reshetnikov V.N., *Postgraduate student, Financial University under the Government of the Russian Federation, Russia, Moscow*

The insurance market is a vital element of the financial system, and the sustainability of insurance companies is a key condition for its stable functioning. Traditional approaches to sustainability analysis focus primarily on the interests of regulators and clients, while the interests of financial investors are less considered. This article proposes a methodological approach to assessing the sustainability of an insurance company from an investor's perspective. It is based on identifying universal and investor-specific indicators, normalizing them, and integrating them into a consolidated assessment system. The proposed approach facilitates a more objective assessment of the sustainability of an insurance company from the perspective of a financial investor.

Keywords: insurance company, insurance industry, insurance, sustainability of activities, financial sustainability, operational sustainability, financial investor, direct investment.

Современный страховой рынок выступает важным элементом финансовой системы, обеспечивая перераспределение рисков и формируя основу для долгосрочной финансовой стабильности. Устойчивость страховых компаний традиционно рассматривается через призму выполнения ими обязательств перед страхователями и соблюдения нормативных требований регуляторов [7]. Однако в условиях растущей конкуренции и усиления инвестиционной активности на страховом рынке особую актуальность приобретает анализ устойчивости с позиции финансового инвестора.

Существующие подходы к оценке устойчивости в большей степени ориентированы на интересы надзорных органов и клиентов, акцентируя внимание на достаточности капитала, платежеспособности и надежности выполнения страховых обязательств. При этом интересы инвесторов, связанные с сохранностью вложенного капитала, учитываются в меньшей

степени. Данный аспект представляется особенно важным, поскольку от способности страховой компании обеспечивать привлекательные условия для инвестиций напрямую зависит ее доступ к дополнительным финансовым ресурсам и возможности стратегического развития.

В научной литературе устойчивость деятельности страховой организации чаще всего определяется как способность компании сохранять жизнеспособность в долгосрочной перспективе, обеспечивая выполнение обязательств перед страхователями и создавая условия для реализации интересов основных групп стейкхолдеров – акционеров, регулятора, инвесторов, работников и клиентов [4]. При этом содержание данной категории зависит от того, с какой позиции она рассматривается [5]. Так, для регулятора ключевым ориентиром служат показатели платежеспособности и соблюдение нормативов, для страхователя – надежность исполнения договорных обязательств, для акционеров – сохранение и приумножение капитала, для менеджмента – адаптивность к изменениям внешней среды и сохранение операционной эффективности.

Условно можно выделить два уровня трактовки понятия «устойчивость деятельности страховой организации». В узком понимании под ним подразумевается преимущественно финансовая устойчивость, которая сводится к достаточности капитала и соблюдению нормативов платежеспособности (например, требований надзорных органов в национальных юрисдикциях). В широком смысле устойчивость включает более комплексную характеристику бизнеса, охватывающую не только финансовые, но и рыночные, операционные и стратегические факторы. В этом контексте устойчивость можно определить как способность страховой компании функционировать на длительном горизонте, поддерживать свои конкурентные преимущества, выполнять обязательства перед всеми заинтересованными сторонами и формировать стоимость для акционеров [9].

Следовательно, если «узкий» уровень трактовки устойчивости относительно универсален для всех участников рынка, то широкое понимание значительно варьируется в зависимости от интересов конкретного стейкхолдера. Такой подход позволяет рассматривать страховой бизнес как систему, выявлять ключевые риски и находить механизмы их минимизации [8].

Особое внимание в рамках данной статьи уделяется интерпретации устойчивости деятельности страховой организации с позиции финансового инвестора. Для этой группы стейкхолдеров в центре анализа находится сохранность вложенного капитала. На ранних этапах инвестор рассматривает страховую компанию как потенциальный объект долгосрочных вложений, оценивая ее перспективы и вероятность прироста капитала. На более поздних стадиях инвестор уже выступает в качестве, как правило, миноритарного акционера, чьи права и обязанности по управлению компанией и влиянию на ее развитие могут отличаться от мажоритарного участника и закрепляются в корпоративном договоре.

Для финансового инвестора устойчивость страховой компании определяется не только способностью приносить доход, но и устойчивым генерированием этой доходности при приемлемом уровне риска в течение заданного периода времени. Для этой цели ключевым условием выступает способность страховой организации сохранять платежеспособность, поддерживать конкурентоспособность и обеспечивать операционную эффективность в меняющейся внешней среде.

Подход к анализу устойчивости закономерно будет различаться в зависимости от заинтересованной стороны. Тем не менее можно выделить ряд общих показателей, которые будет целесообразно применять для анализа с позиции всех заинтересованных сторон, – так называемое общее «ядро устойчивости». Под ним понимается способность компании выполнять требования заинтересованных сторон и при этом сохранять долгосрочную жизнеспособность. Различия заключаются лишь в акцентах: регулятор делает упор на платежеспособность, клиент – на надежность выплат, акционер – на капитализацию, а инвестор – на доходность вложений.

Предлагаемая методика оценки устойчивости исходит из необходимости адаптировать общую систему показателей под конкретную позицию стейкхолдера [3]. При этом сохраняется единый аналитический каркас, что позволяет использовать методику как универсальный инструмент. Для финансового инвестора в основу анализа закладываем следующие принципы:

- комплексность – оценка охватывает финансовые, операционные и рыночные параметры;
- долгосрочность – внимание уделяется не краткосрочной выживаемости компании, а способности функционировать на протяжении длительного периода;
- адаптивность – учитывается высокая зависимость страхового бизнеса от макроэкономической конъюнктуры и регуляторных условий;
- многосторонность – анализ проводится с пониманием интересов разных стейкхолдеров, но с акцентом на инвестора.

Таким образом, устойчивость деятельности страховой организации для финансового инвестора может быть определена как способность в средне- или долгосрочной перспективе обеспечивать сохранность вложенного капитала и формировать стабильную доходность при контролируемом уровне риска. Достигается это за счет поддержания достаточной платежеспособности, эффективности операционной деятельности и сохранения конкурентоспособности компании на рынке.

Обобщение различных трактовок устойчивости деятельности страховой компании позволяет заключить, что в научной и практической плоскости отсутствует единый подход, учитывающий интересы всех групп стейкхолдеров [4]. Особенно ярко данный пробел проявляется в части оценки устойчивости деятельности страховой компании с позиции финансового инвестора. Несмотря на то, что инвесторы играют ключевую роль в обеспечении финансовой гибкости и доступе страховых компаний к дополнительным ресурсам, их интересы при разработке существующих методик анализа учитываются фрагментарно.

В этой связи возникает необходимость формирования подхода, который, с одной стороны, сохранял бы универсальный аналитический каркас, а с другой – позволял бы адаптировать систему показателей под запросы конкретного стейкхолдера. Разработка такого подхода требует последовательного выделения набора показателей, отражающих финансовую, операционную и рыночную устойчивость, их группировки на универсальные и специфические, а также интеграции результатов в единую систему оценки.

Разработка методического подхода основывается на необходимости объединить универсальные элементы анализа устойчивости и специфические параметры, отражающие интересы финансового инвестора. Такой подход должен быть достаточно гибким, чтобы применяться к различным страховым организациям и в то же время давать результаты, сопоставимые между собой.

В рамках первого этапа определяются объект анализа (страховая компания) и временной горизонт, в рамках которого инвестор планирует оценивать устойчивость. В отличие от регулятора, который фокусируется на краткосрочной платежеспособности, инвестора интересует способность компании поддерживать эффективность и доходность в средне- и долгосрочной перспективе. Далее формируется система показателей, которые целесообразно разделить сразу на две группы:

- универсальные показатели (в таблице ниже – «общие»), применимые для всех категорий стейкхолдеров;
- специфические показатели для инвестора (в таблице ниже – «инвестор»), отражающие инвестиционный аспект устойчивости.

Предлагаемая автором система показателей приведена в таблице.

Система показателей анализа устойчивости деятельности страховой компании с позиции финансового инвестора

№	Показатель	Признак	Формула / источник информации
1	Рентабельность активов	Общий	$\frac{\text{Чистая прибыль}}{\text{Средние активы}}$
2	Рентабельность собственного капитала	Общий	$\frac{\text{Чистая прибыль}}{\text{Среднее значение капитала}}$
3	Коэффициент текущей ликвидности	Общий	$\frac{\text{Текущие активы}}{\text{Текущие обязательства}}$
4	Коэффициент абсолютной ликвидности	Общий	$\frac{\text{Денежные средства и эквиваленты}}{\text{Обязательства}}$
5	Коэффициент покрытия резервов	Общий	$\frac{\text{Ликвидные активы}}{\text{Размер страховых резервов}}$
6	Коэффициент надежности	Общий	$\frac{\text{Собственный капитал (СК)}}{\text{Размер страховых резервов (СР)}}$
7	Коэффициент финансового потенциала	Общий	$\frac{\text{Среднее значение СК и СР}}{\text{Заработанные премии нетто (ЗПН)}}$
8	Уровень страховых резервов	Общий	$\frac{\text{СР}}{\text{Активы}}$
9	Коэффициент убыточности	Общий	$\frac{\text{Чистые страховые убытки}}{\text{ЗПН}}$
10	Коэффициент привлечения	Общий	$\frac{\text{Аквизиционные расходы}}{\text{ЗПН}}$
11	Коэффициент операционных расходов	Общий	$\frac{\text{Общие и админ. расходы}}{\text{ЗПН}}$
12	Коэффициент совокупных расходов	Общий	9 п. + 10 п.
13	Комбинированный коэффициент убыточности	Общий	9 п. + 12 п.
14	Абсолютный размер собранных премий	Общий	РПБУ отчетность за 3 г.
15	Абсолютный размер активов	Общий	РПБУ отчетность за 3 г.
16	Принадлежность к крупной финансовой группе	Общий	Публичная информация с веб-сайта компании
17	Доля прямых продаж	Общий	Публичная информация с веб-сайта компании
18	Темпы роста собранных премий	Общий	$\frac{\text{Премии}_n}{\text{Премии}_{n-1}} - 1$
19	Совокупная доля рынка	Общий	$\frac{\text{Премии}}{\text{Размер рынка}}$
20	Индекс диверсификации по сегментам	Общий	Индекс Херфиндаля-Хиршмана (HHI) $HHI = \sum_{i=1}^{n} \text{С}_i^2$ где С − % сегмента в страховом портфеле
21	Дивидендная доходность	Инвестор	$\frac{\text{Дивиденды}}{\text{Чистая прибыль}}$
22	Капитализация / стоимость (К)	Инвестор	Публичные данные (если Компания котируемая) или оценка по DCF модели
23	Относительное изм. капитализации	Инвестор	$\frac{\text{К}_n}{\text{К}_{n-1}} - 1$
24	Мультипликатор Цена/Балансовая стоимость	Инвестор	$\frac{\text{К}}{\text{Чистые активы}}$

№	Показатель	Признак	Формула / источник информации
25	Мультипликатор Цена/Прибыль	Инвестор	$\frac{\text{К}}{\text{Чистая прибыль}}$
26	Свободный денежный поток	Инвестор	Чистая прибыль, скорректированная на неденежные статьи
27	Коэффициент обслуживания долга	Инвестор	$\frac{\text{Опер. денежный поток}}{\text{процентные выплаты} + \text{погашения долга}}$
28	Диверсификация клиентской базы	Инвестор	Экспертный анализ, комментарии компании
29	Наличие внешнего аудита	Инвестор	Комментарии компании
30	Оценка стратегии развития	Инвестор	Экспертный анализ, комментарии компании

Источник: составлено автором на основе [1, 2, 3, 6, 8]

Расчет вышеперечисленных показателей необходимо производить на максимально длинном историческом горизонте (от 3 лет). Для финансового инвестора также требуется на основе финансовой модели страховой компании спрогнозировать данные значения на средне- и долгосрочном горизонте (не менее 3-х лет от даты анализа). После получения значений проводится бенчмарк-анализ на базе отобранных компаний-аналогов.

Далее для корректного сравнения показатели нормализуются. Применяются методы линейной нормализации или относительного индексирования по отношению к среднеотраслевым значениям. Это позволяет учесть различия в масштабах компаний и нивелировать влияние их бизнес-моделей. Следующим шагом для отражения значимости каждого параметра будет использование системы весов. В основу их определения положены экспертные оценки и анализ экспертных мнений из инвестиционной практики. Универсальные показатели получают меньший удельный вес по сравнению со специфическими, поскольку именно последние отражают ключевые интересы инвестора.

На заключительном этапе рассчитывается интегральный показатель устойчивости. Он формируется путем агрегирования нормализованных и взвешенных значений и позволяет получить сводную оценку инвестиционной устойчивости компании. Данный показатель, полученный в результате анализа, обеспечивает более широкую интерпретацию понятия устойчивости страховой компании с позиции финансового инвестора.

Этапы анализа устойчивости деятельности страховой организации с позиции финансового инвестора

Источник: составлено автором

Предложенный методический подход позволяет учесть как традиционные элементы оценки платежеспособности и финансовой стабильности, так и инвестиционные параметры, связанные с доходностью и предсказуемостью развития компании. Это делает его применимым как в исследовательских целях, так и в практике оценки инвестиционной привлекательности страховых организаций.

Проведенное исследование позволило выявить, что традиционные подходы к анализу устойчивости страховых компаний преимущественно ориентированы на интересы регуляторов и клиентов, тогда как инвестиционный аспект освещен недостаточно. Между тем для финансового инвестора ключевым фактором является не только способность компании выполнять обязательства, но и ее возможность обеспечивать сохранность вложенного капитала и формировать предсказуемую доходность на длительном горизонте.

Разработанный методический подход предполагает выделение универсальных и специфических для инвестора показателей, их нормализацию, взвешивание и последующую интеграцию в сводную оценку. Такой подход обеспечивает комплексное отражение устойчивости, учитывающее как традиционные финансовые и операционные параметры, так и инвестиционные характеристики. Предложенный подход расширяет инструментарий анализа устойчивости страховых организаций, делая его более релевантным для финансовых инвесторов. В дальнейшем развитие методики может быть связано с уточнением подходов к расчету весовых коэффициентов, расширением перечня используемых показателей, а также адаптацией показателей под специфику различных сегментов страхового рынка.

Список литературы

1. Блажевич О.Г. Оценка финансовой устойчивости страховой организации // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. – 2020. – №. 2 (51). – С. 68–78.
2. Гаврикова А.И., Гаврикова Н.В., Яковлева А.О. Проблемы обеспечения устойчивого успеха страховых организаций // Инновации и инвестиции. – 2022. – №. 3. – С. 102–105.
3. Герасимова Е.Б. Анализ и обоснование финансовых решений / Е.Б. Герасимова. – Москва: ИНФРА-М, 2023. – 220 с.
4. Герасимова Е.Б. Комплексный анализ устойчивости деятельности организации: методология и технология стандартизации // Мир новой экономики. – 2018. – №. 1. – С. 46–55.
5. Гугля А.А. Стейкхолдерский подход к обеспечению устойчивого развития бизнеса // Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического университета. – 2015. – № 3 (46). – С. 33–37.
6. Добровольская С.С., Самороков А.В. Страховые резервы как основа финансовой устойчивости страховой организации // Теория и практика адаптации экономики, управления и права к условиям новой реальности. – М., 2023. – С. 67.
7. Ларионов А.В. Регулирование и оценка Банком России рисков деятельности страховых компаний: специальность 08.00.10 «Финансы, денежное обращение и кредит»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Ларионов Александр Витальевич; Московский Государственный Университет. – Москва, 2020. – 166 с. – Библиогр.: с. 121–126.
8. Никулина Н.Н. Страховой менеджмент: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Финансы и кредит», «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», «Коммерция», «Антикризисное управление» / Н.Н. Никулина, Н.Д. Эриашвили. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. – 703 с. – ISBN 978-5-238-02089-1.
9. Пинаева Е.А., Петрусева М.А. Финансовая устойчивость страховой организации и пути ее улучшения // Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции «Молодежь 21 века». – Минск, 2021. – С. 56.

References

1. Blazhevich, O.G. Assessment of the financial stability of an insurance organization // Scientific Bulletin: Finance, Banks, Investments. – 2020. – No. 2 (51). – Pp. 68–78.
2. Gavrikova, A.I., Gavrikova, N.V., Yakovleva, A.O. Problems of Ensuring the Success of Insurance Organizations // Innovations and Investments. – 2022. – No. 3. – Pp. 102–105.
3. Gerasimova, E.B. Analysis and justification of financial decisions. – Moscow: INFRA-M, 2023. – 220 p.
4. Gerasimova, E.B. Comprehensive analysis of the sustainability of an organization: methodology and standardization of technologies // The World of the New Economy. – 2018. – No. 1. – Pp. 46–55.
5. Guglya, A.A. Stakeholder approach to ensuring business development // Bulletin of the Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics. – 2015. – No. 3 (46). – Pp. 33–37.

6. Dobrovolskaya, S.S., Samorokov, A.V. Insurance reserves as the basis for financial stability of an insurance organization // Theory and practice of development of economy, management and rights to the conditions of the new reality. – Moscow, 2023. – P. 67.
7. Larionov, A.V. Regulation and assessment of the risk of insurance companies' activities by the Bank of Russia: specialty 08.00.10 "Finance, money circulation and credit": dissertation for the degree of candidate of economic sciences / Larionov Alexander Vitalievich; Moscow State University. – Moscow, 2020. – 166 p. – Bibliography: pp. 121–126.
8. Nikulina, N.N. Insurance management: a textbook for university students studying in the specialties "Finance and Credit", "Accounting, Analysis and Audit", "Commerce", "Crisis Management" / N.N. Nikulina, N.D. Eriashvili. – M.: UNITY-DANA, 2017. – 703 p. – ISBN 978-5-238-02089-1.
9. Pinaeva, E.A., Petruseva, M.A. Financial stability of an insurance organization and ways to improve it // Collection of materials of the IV International scientific and practical conference "Youth of the 21st century". – Minsk, 2021. – P. 56.

Для цитирования
Савич Е.К., Лузик А.Д. Цифровой инструментарий проведения аудитов качества и эффективности использования производственного оборудования / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 763–769.

УДК 658.562

ЦИФРОВОЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТОВ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Савич Е.К., *канд. техн. наук, доцент, Самарский университет им. С.П. Королева, Россия, г. Самара*
Лузик А.Д.*, студент, Самарский университет им. С.П. Королева, Россия, г. Самара*

Статья посвящена решению проблемы фрагментарности и низкой эффективности традиционных методов аудита на промышленных предприятиях. Обоснована необходимость создания комплексного цифрового инструментария, интегрирующего модули аудита продукта, аудита процесса, аудита 5S, аудита системы менеджмента качества (СМК) и аудита эффективности использования оборудования (OEE). Предложен цифровой инструментарий, обеспечивающий сквозной мониторинг и анализ взаимосвязанных параметров производственной системы. Особое внимание уделяется вопросам стандартизации процессов сбора и анализа данных. Доказывается, что цифровизация аудиторской деятельности является ключевым фактором повышения конкурентоспособности производственных систем в условиях Индустрии 4.0.

Ключевые слова: аудит качества; цифровизация СМК; цифровой инструментарий; аудит процесса; аудит продукта; аудит 5S; аудит эффективности использования оборудования; стандартизация; управление качеством; цифровая трансформация.

DIGITAL TOOLS FOR QUALITY AND EFFICIENCY AUDITS OF PRODUCTION EQUIPMENT

Savich E.K.*, candidate of technical sciences, docent, Samara National Research University named after S.P. Korolev*
Luzik A.D.*, student, Samara National Research University named after S.P. Korolev*

The article is devoted to solving the problem of fragmentation and low efficiency of traditional audit methods at industrial enterprises. The necessity of creating a comprehensive digital toolkit integrating the modules of product audit, process audit, 5S audit, quality management system (QMS) audit and equipment efficiency audit (OEE) is substantiated. A digital toolkit is proposed, providing end-to-end monitoring and analysis of interrelated parameters of the production system. Special attention is paid to the issues of standardization of data collection and analysis processes. It is proven that the digitalization of audit activities is a key factor in increasing the competitiveness of production systems in the context of Industry 4.0.

Keywords: quality audit; digitalization of the QMS; digital tools; process audit; product audit; 5S audit; equipment efficiency audit; standardization; quality management; digital transformation.

В условиях ускоряющейся цифровой трансформации промышленности и роста требований к эффективности производственных систем обеспечение стабильного качества продукции становится ключевым фактором конкурентоспособности предприятий. Современная конкурентная среда характеризуется высокой степенью динамичности,

сокращением жизненного цикла изделий и усилением зависимости производственных результатов от точности, скорости и прозрачности управленческих решений. В этих условиях способность предприятия поддерживать бездефектное производство и рационально использовать дорогостоящие активы определяет не только экономическую устойчивость, но и его стратегическую позицию на рынке. Система менеджмента качества, регламентированная стандартами серии ISO 9000, играет центральную роль в обеспечении результативности и предсказуемости производственных процессов. Одним из ее ключевых инструментов является аудит, как основной механизм систематической оценки соответствия продукции, процессов и системы управления установленным требованиям. Однако традиционные подходы к проведению аудита, основанные на экспертных оценках и документальном анализе, формировались в условиях преимущественно аналоговой среды и уже не отвечают современным вызовам цифровой экономики. Накопленные данные зачастую представлены в разрозненных источниках, не связаны между собой и не поддаются комплексному аналитическому осмыслению, что существенно снижает практическую ценность аудиторских процедур.

Проведенный анализ современных исследований [1, 2] выявил наличие существенного методологического разрыва между теорией и практикой аудита качества. Существующие решения преимущественно направлены на локальное улучшение отдельных аспектов производственной деятельности без обеспечения их взаимной интеграции в единую цифровую экосистему. В результате предприятия сталкиваются с проблемой ограниченной информативности и несопоставимости результатов проверок, отсутствием механизмов корреляционного анализа между параметрами качества, эффективностью использования оборудования и функционированием системы менеджмента качества в целом. В условиях перехода к Индустрии 4.0 возрастает потребность в цифровых инструментах, способных обеспечить автоматизацию, интеллектуализацию и стандартизацию аудиторских процедур. Цифровизация аудита качества позволяет перейти от ретроспективной оценки к проактивному управлению, при котором несоответствия выявляются на стадии их формирования, а не по факту возникновения. При этом появляется возможность сквозного мониторинга производственных процессов, формирования цифрового следа каждого элемента системы и прогнозирования рисков снижения качества в реальном времени [3–5].

Также цифровизация процессов аудита открывает новые возможности для динамической стандартизации, основанной на автоматизации типовых процедур, централизованном хранении эталонных критериев и автоматическом обновлении нормативных баз. В цифровом формате стандартизация становится самообновляемой системой, способной адаптироваться под изменения технологической среды и регламентов. Это позволяет обеспечить единство подходов к проведению аудита на уровне предприятия или отрасли в целом, минимизировать влияние человеческого фактора и повысить достоверность оценок.

Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью разработки доступного и адаптируемого цифрового решения для автоматизации аудитов, позволяющего интегрировать разрозненные данные в целостную систему оценки. Научная новизна работы заключается в предложении комплексной архитектуры цифрового инструментария, объединяющего функциональные модули аудита продукта, процесса, системы менеджмента качества, аудита 5S и оценки эффективности использования оборудования. В отличие от традиционных подходов разработанный инструментарий ориентирован не только на сбор и хранение данных, но и на их интеллектуальную обработку, корреляционный анализ и формирование корректирующих воздействий. Таким образом, предложенная концепция цифрового аудита качества направлена на создание единого информационно-аналитического пространства, обеспечивающего прозрачность процессов, повышение достоверности принимаемых решений и формирование устойчивой модели управления качеством, соответствующей требованиям Индустрии 4.0.

Процесс традиционного аудита складывается из последовательных этапов:

1) планирование. На начальном этапе осуществляется предварительное изучение объекта проверки, определяются границы и задачи аудиторского исследования. Формируются программа и график аудита, учитывающие специфику деятельности организации;

2) сбор доказательств. В ходе основного этапа проводится сбор первичных сведений через анализ документальных источников; опрос должностных лиц и специалистов; непосредственное наблюдение за производственными операциями, фиксация фактического состояния объектов;

3) анализ данных. Собранные данные подвергаются экспертному анализу, в ходе которого оценивается надежность и полнота информации, выявляются отклонения от нормативных требований, устанавливаются причинно-следственные связи выявленных несоответствий;

4) отчетность. Завершающий этап предполагает систематизацию результатов проверки, формулирование выводов о состоянии объекта аудита, разработку предложений по устранению несоответствий [6].

Классический аудит качества, основанный на традиционных методах документального контроля и выборочной экспертной оценке, обладает рядом существенных ограничений, снижающих его эффективность в современных условиях цифровой индустрии.

Основным недостатком является высокая степень субъективности результатов, обусловленная человеческим фактором и зависимостью от квалификации аудитора. Отсутствие автоматизированных средств сбора и анализа данных приводит к фрагментарности информации и невозможности комплексной оценки состояния процессов и систем.

Ручное выполнение рутинных операций повышает трудоемкость аудита, увеличивает вероятность технических ошибок и затрудняет своевременное выявление отклонений. Кроме того, использование «бумажных» форм отчетности и локальных таблиц исключает возможность интеграции с другими системами управления предприятием, что делает невозможным проведение сквозного анализа и построение причинно-следственных связей между параметрами качества, эффективности использования оборудования и результативности процессов.

Классический аудит носит преимущественно реактивный характер, то есть фиксирует несоответствия по факту их возникновения, не обеспечивая инструментов для прогнозирования и предотвращения отклонений.

Отсутствие единого цифрового контура не позволяет оперативно обновлять данные, отслеживать динамику показателей в реальном времени и формировать обоснованные решения на основе объективных метрик. В результате аудит превращается в формальную процедуру контроля соответствия, а не в инструмент стратегического управления качеством, что ограничивает возможности повышения устойчивости и конкурентоспособности производственной системы.

В мировой практике наметился устойчивый тренд на цифровизацию контрольных и аудиторских процедур. В России данный переход происходит с некоторым запозданием, что связано с высокой стоимостью внедрения, недостатком квалифицированных кадров и ограниченностью методологической базы [7].

Современное производство представляет собой сложную систему, где показатели качества продукции, эффективности процессов, организации рабочих мест и использования оборудования находятся в тесной взаимозависимости. Однако традиционная организация аудиторской деятельности не учитывает эти взаимосвязи, что приводит к следующим системным проблемам:

1) изолированность контрольных процедур. Аудиты продукта, процессов, 5S, СМК и OEE проводятся разными специалистами в различное время, что исключает возможность выявления кросс-функциональных зависимостей. Например, снижение показателей OEE

может быть связано с нарушениями в системе 5S, а дефекты продукции – с отклонениями в технологических процессах;

2) отсутствие единой методологической основы. Разрозненные критерии оценки и методы сбора данных не позволяют проводить сопоставительный анализ результатов различных аудитов. Это затрудняет выявление системных проблем и приоритизацию корректирующих действий;

3) ограниченность аналитических возможностей. Отсутствие единого информационного пространства делает невозможным проведение корреляционного анализа между параметрами разных видов аудита.

Для преодоления рассмотренных ограничений предлагается создание комплексного цифрового инструментария, основанного на принципах интеграции и взаимодополняемости данных. Архитектура цифрового инструментария проведения аудитов качества и эффективности использования производственного оборудования представлена на рис. 1.

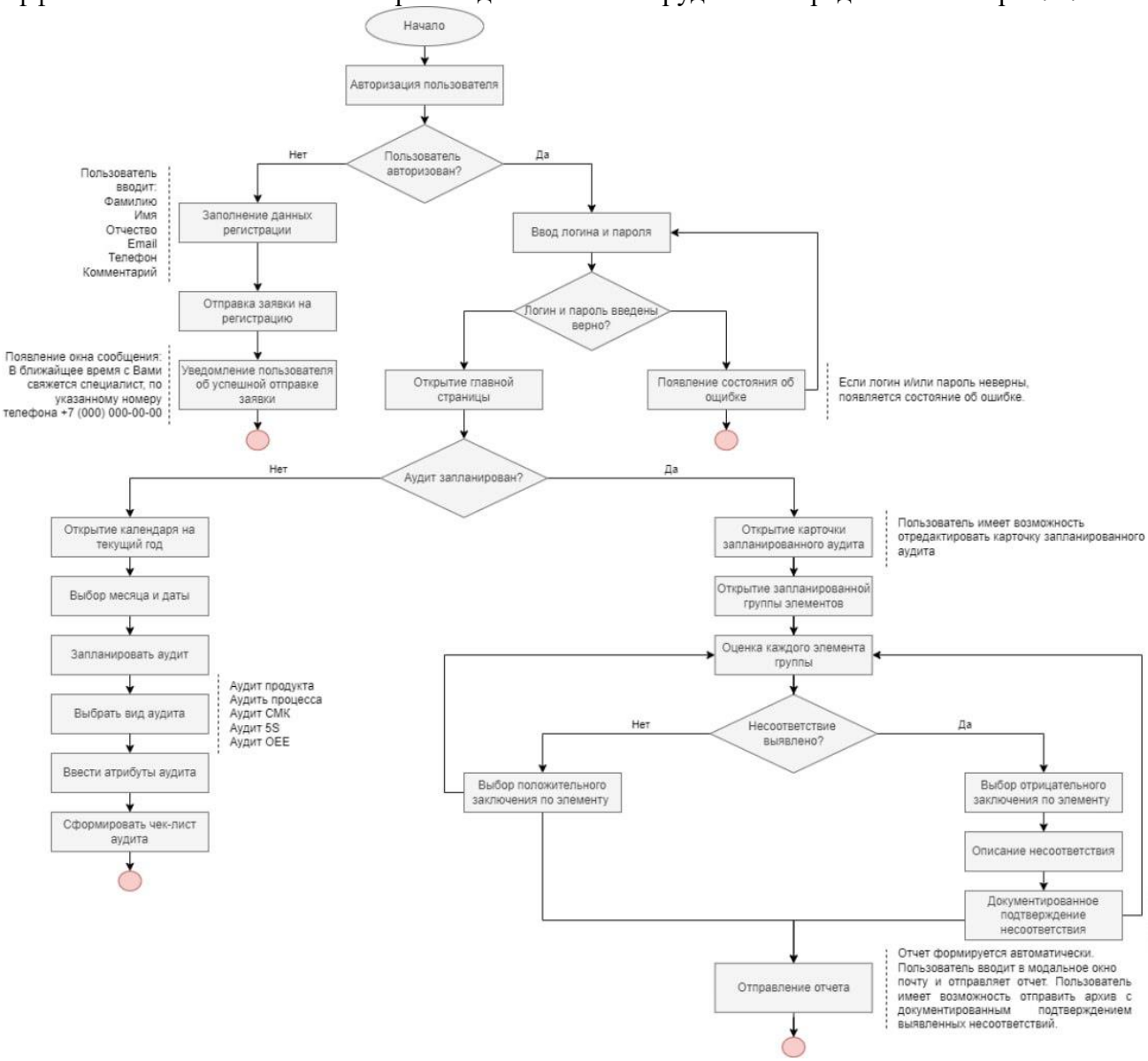


Рис. 1. Блок-схема процесса проведения аудита качества и производительности

Предложенный инструментарий включает следующие взаимосвязанные модули:

1) модуль аудита продукта. Данный модуль обеспечивает комплексный контроль качества продукции на всех этапах ее жизненного цикла: от входного контроля поступающего сырья, материалов и комплектующих до выходного контроля готовой продукции. Его функционирование основано на применении цифровых инструментов регистрации,

классификации и анализа несоответствий, что позволяет своевременно выявлять причины дефектов и принимать корректирующие меры до момента поставки изделия потребителю;

2) модуль аудита процесса. Целью данного модуля является контроль соблюдения установленных технологических параметров и нормативных требований на каждом этапе производственного процесса. Система позволяет проводить регулярные проверки выполнения технологических операций, фиксировать фактические данные в реальном времени и сопоставлять их с эталонными значениями. Это способствует не только предотвращению дефектов, но и повышению степени воспроизводимости производственных операций, снижению технологических рисков и обеспечению высокого уровня надежности производственной системы;

3) модуль аудита 5S. Модуль предназначен для оценки состояния организации рабочих мест в соответствии с принципами 5S (сортировка, соблюдение порядка, содержание в чистоте, стандартизация и совершенствование). Модуль позволяет в цифровой форме проводить наблюдение, документирование и анализ состояния производственных зон, включая визуализацию данных и формирование рейтингов по подразделениям. Результаты аудита позволяют не только выявлять зоны несоответствий, но и формировать предложения по улучшению условий труда, сокращению потерь времени и повышению эргономичности рабочих мест. Таким образом, модуль способствует формированию культуры бережливого производства и непрерывного совершенствования;

4) модуль аудита СМК. Функционал данного модуля направлен на системную оценку соответствия процессов предприятия требованиям международных стандартов ISO 9001, IATF 16949, а также отраслевых и корпоративных регламентов. Использование данного модуля способствует повышению прозрачности и управляемости процессов системы менеджмента качества;

5) модуль OEE. Осуществляет непрерывный расчет показателей эффективности оборудования на основе предиктивной диагностики, подразумевающей прогнозирование отклонений качества на основе анализа параметров оборудования, предсказание вероятности сбоев и простоев, а также моделирование последствий изменений в процессах.

На рис. 2 представлен интерфейс модуля «Аудит СМК» цифрового инструментария проведения аудитов качества и эффективности использования производственного оборудования.

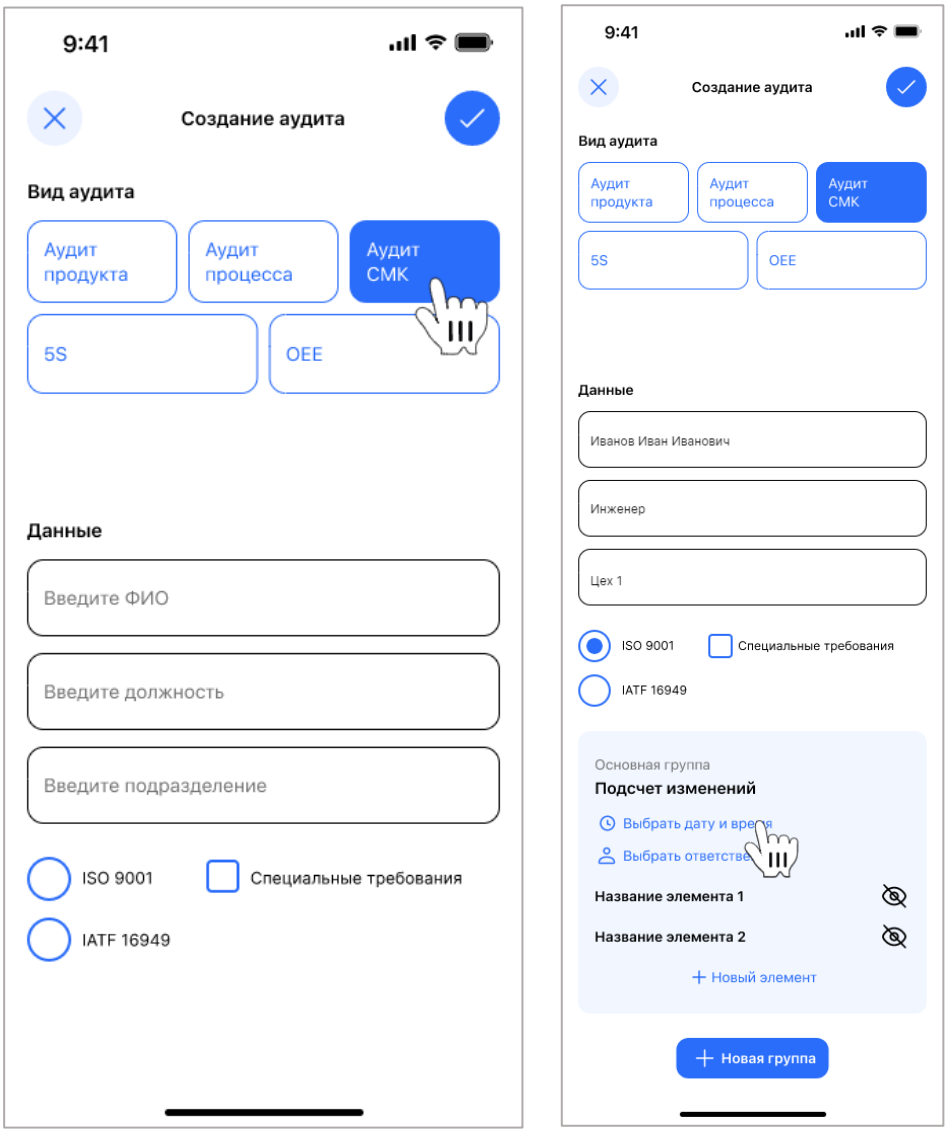


Рис. 2. Фрагмент интерфейса цифрового инструментария модуля «Аудит СМК»

Проведенное исследование показало, что традиционные методы аудита качества на промышленных предприятиях, основанные на разрозненных процедурах и субъективной оценке, не обеспечивают необходимого уровня достоверности и оперативности контроля в современных условиях Индустрии 4.0. Предложенный цифровой инструментарий аудита качества, объединяющий модули аудита продукта, процесса, 5S, системы менеджмента качества и эффективности использования оборудования, формирует основу для построения интегрированной, сквозной и самонастраиваемой системы управления качеством. Комплексный подход не только позволяет повысить прозрачность и воспроизводимость аудиторских процедур, но и обеспечивает автоматизированный сбор, обработку и анализ взаимосвязанных параметров производственной системы. Это, в свою очередь, способствует выявлению скрытых причин отклонений, повышению эффективности производственных процессов и снижению рисков несоответствий. Результаты исследования подтверждают, что цифровизация аудиторской деятельности является стратегическим направлением развития системы менеджмента качества, создающим предпосылки для формирования интеллектуальной, адаптивной и конкурентоспособной производственной среды. Внедрение предложенного инструментария позволит предприятиям перейти от реактивного к проактивному управлению качеством, что отвечает современным требованиям Индустрии 4.0 и концепции устойчивого развития.

Список литературы

1. Петрушкевич Д.С. Проблемы и инновации в аудите в условиях цифровой экономики // Проблемы и перспективы развития системы учета, аудита и государственного управления в условиях цифровой экономики. 2023. С. 431–434.
2. Сухарева Л.А. Автоматизация аудита: состояние и перспективы его цифровизации // Актуальные проблемы экономики и управления: теория и практика. 2022. С. 82–87.
3. Челебиева С.Т. Цифровая трансформация аудиторской деятельности: проблемы и векторы развития // Проблемы и перспективы развития системы учета, аудита и государственного управления в условиях цифровой экономики. 2023. С. 486–488.
4. Ивашечкина Л.Г. Цифровая трансформация аудита: возможности и риски // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации. Москва. 2025. С. 363–372.
5. Якимова В.А. Возможности и перспективы использования цифровых технологий в аудиторской деятельности // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2020. Т. 36, № 2. С. 287–318. DOI 10.21638/spbu05.2020.206.
6. Назаров В.С. Инновационные методы, используемые в аудите // Студенческая наука – взгляд в будущее. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет. 2025. С. 47–51.
7. Догадина Е.Е. Перспективы использования цифровых технологий в аудиторской деятельности // Контрольно-надзорная деятельность: глобальные тренды, новые риски и перспективы развития. Москва. 2024. С. 62–67.

References

1. Petrushkevich, D.S. Problems and Innovations in Auditing in the Digital Economy // Problems and Prospects of Development of the Accounting, Auditing, and Public Administration System in the Digital Economy. 2023. Pp. 431–434.
2. Sukhareva, L.A. Automation of Auditing: Current State and Prospects of Its Digitalization // Current Issues in Economics and Management: Theory and Practice. 2022. Pp. 82–87.
3. Chelebiyeva, S.T. Digital transformation of audit activities: problems and development vectors // Problems and prospects of development of the accounting, audit and public administration system in the digital economy. 2023. Pp. 486–488.
4. Ivachechkina, L.G. Digital transformation of audit: opportunities and risks // Modern trends in the development of science and the global community in the era of digitalization. Moscow. 2025. Pp. 363–372.
5. Yakimova, V.A. Opportunities and Prospects of Using Digital Technologies in Auditing Activities // Bulletin of St. Petersburg University. Economics. 2020. Vol. 36, No. 2. Pp. 287–318. DOI 10.21638/spbu05.2020.206.
6. Nazaro, V.S. Innovative Methods Used in Auditing // Student Science – A Look into the Future. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Agrarian University. 2025. Pp. 47–51.
7. Dogadina, E.E. Prospects for the Use of Digital Technologies in Auditing Activities // Control and Supervision Activities: Global Trends, New Risks, and Development Prospects. Moscow. 2024. Pp. 62–67.

Для цитирования
Сверкунов С.А., Кузнецов Р.Д., Богатырев К.Д. Сетевые архитектуры управления рисками как новая парадигма обеспечения устойчивости нефтегазовых компаний в условиях ESG-трансформации / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 770–776.

УДК 65.012:553.98

СЕТЕВЫЕ АРХИТЕКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ КАК НОВАЯ ПАРАДИГМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПАНИЙ В УСЛОВИЯХ ESG-ТРАНСФОРМАЦИИ

Сверкунов С.А., *канд. техн. наук, доцент кафедры нефтегазового дела, института недропользования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Россия, г. Иркутск*
Кузнецов Р.Д.*, аспирант, Центр образовательных программ магистратуры и аспирантуры, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Россия, г. Иркутск*
Богатырев К.Д.*, магистрант, Институт магистратуры, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», Россия, г. Санкт-Петербург*

В статье анализируются стратегические риски высокотехнологичных предприятий ТЭК в условиях ESG-трансформации. Доказывается неэффективность традиционных иерархических моделей для управления комплексными рисками на стыке технологических, экологических и социальных вызовов. На примере нефтегазовых компаний обосновывается переход к сетевым архитектурам управления. Предлагается модель, интегрирующая внутренних и внешних стейкхолдеров в экосистему для совместного управления рисками и создания устойчивой стоимости. Сетевая организация признается ключевым фактором стратегической устойчивости в новой парадигме.

Ключевые слова: стратегические риски, ESG, устойчивое развитие, нефтегазовый сектор, сетевая архитектура управления, стейкхолдеры, высокотехнологичные предприятия, управление рисками.

NETWORK ARCHITECTURES OF RISK MANAGEMENT AS A NEW PARADIGM FOR ENSURING THE SUSTAINABILITY OF OIL AND GAS COMPANIES IN THE CONTEXT OF ESG TRANSFORMATION

Sverkunov S.A., *PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Oil and Gas Business, Institute of Subsoil Use, Irkutsk National Research Technical University, Russia, Irkutsk*
Kuznetsov R.D.*, Postgraduate Student, Center for Master's and Postgraduate Educational Programs, Irkutsk National Research Technical University, Russia, Irkutsk*
Bogatyrev K.D., *Master's student, Institute of Master's Studies, Saint-Petersburg State University of Telecommunications named after prof. M.A. Bonch-Bruevich, Russia, Saint-Petersburg*

The article analyzes the strategic risks of high-tech fuel and energy companies in the context of ESG transformation. It proves that traditional hierarchical models are ineffective in managing complex risks at the intersection of technological, environmental, and social challenges. The article uses the example of oil and gas companies to justify the transition to network-based management architectures. It proposes a model that integrates internal and external stakeholders into an ecosystem for collaborative risk management and sustainable value creation. The article recognizes network organization as a key factor in strategic sustainability in the new paradigm.

Keywords: strategic risks, ESG, sustainable development, oil and gas sector, network management architecture, stakeholders, high-tech enterprises, and risk management.

Нефтегазовый сектор, будучи основой современной энергетики, сталкивается с беспрецедентными стратегическими вызовами. Глобальный тренд на декарбонизацию экономики, ужесточение экологического регулирования, изменение потребительских предпочтений и давление со стороны инвесторов формируют новую парадигму развития, определяемую принципами ESG (Environmental, Social, Governance) [2, 6]. Современные нефтегазовые компании (НГК) являются высокотехнологичными предприятиями, чья деятельность сопряжена не только с традиционными технологическими и финансовыми рисками, но и с новым классом стратегических рисков, непосредственно связанных с ESG-факторами [4].

К таким рискам относятся:

экологические (E) – риски, связанные с переходом к низкоуглеродной экономике (транзиционные риски), физические риски от изменения климата (например, для арктических проектов), риски крупных аварий с экологическим ущербом, риски исчерпания ресурсной базы в условиях ограничений на выбросы;

социальные (S) – риски нарушения прав человека в цепочках поставок, конфликты с местными сообществами, проблемы с привлечением и удержанием квалифицированных кадров в условиях трансформации отрасли, риски для репутации;

управленческие (G) – риски, отражающие неадекватную интеграцию ESG-принципов в корпоративную стратегию и систему управления, риски недостаточной прозрачности и раскрытия информации, риски «зеленого камуфляжа».

Сегодня управление этими разнородными и взаимосвязанными рисками требует принципиально новых организационных подходов. Так, классические иерархические и линейно-функциональные структуры управления, доминирующие в ТЭК, оказываются слишком медлительными, закрытыми и негибкими для адекватного ответа на вызовы ESG. В данной статье доказывается, что совершенствование систем управления через внедрение сетевых архитектур является критически важным направлением для снижения стратегических ESG-рисков и обеспечения долгосрочной устойчивости высокотехнологичных предприятий нефтегазового сектора.

Традиционная модель управления в НГК характеризуется централизацией, жесткой вертикалью власти и разграничением функциональных зон ответственности. Эта модель эффективна для управления масштабными капиталоемкими проектами в стабильной среде. Однако в контексте ESG в ней проявляется ряд системных недостатков, таких как [5]:

1. «Силосный» эффект (Siloeffect), проявляющийся через ответственность за различные аспекты ESG, фрагментированне между разными департаментами (например, HSE, HR, PR, стратегический департамент). Это препятствует формированию целостного взгляда на риски и выработке комплексных решений [1]. Экологические риски могут рассматриваться изолированно от социальных, а управленческие – от стратегических.

2. Замедленная реакция, характеризуется длинными цепочками согласований в иерархии, не позволяющими компании оперативно реагировать на быстро меняющиеся ожидания стейкхолдеров, новые регуляторные инициативы или технологические прорывы в «зеленых» технологиях.

3. Дефицит знаний, выражающийся сложностью ESG-повестки и требующий привлечения узкоспециализированных внешних экспертов (экологи, социологи, специалисты по возобновляемой энергетике), доступ к которым в закрытой системе ограничен.

Так, примером проявления этих недостатков может служить ситуация с реализацией арктических проектов [3]. Технологически сложный проект сталкивается не только с инженерными вызовами, но и с колоссальными экологическими рисками, протестами экологических НКО (социальный риск) и повышенным вниманием регуляторов (управленческий риск). Традиционная система управления зачастую не может эффективно интегрировать анализ всех этих факторов в единый процесс принятия решений.

Сетевая архитектура управления как ответ на вызовы ESG-трансформации

Отметим, что сетевая архитектура управления представляет собой гибкую, адаптивную организационную форму, основанную на принципах коллаборации, горизонтальных связей и распределения ответственности между участниками сети [5]. В контексте управления ESG-рисками такая архитектура строится вокруг компании как узла, соединяющего различных внутренних и внешних стейкхолдеров.

Исходя из рассмотренных вызовов трансформации представим авторскую концептуальную модель сетевой архитектуры для управления ESG-рисками в НГК (рис. 1):

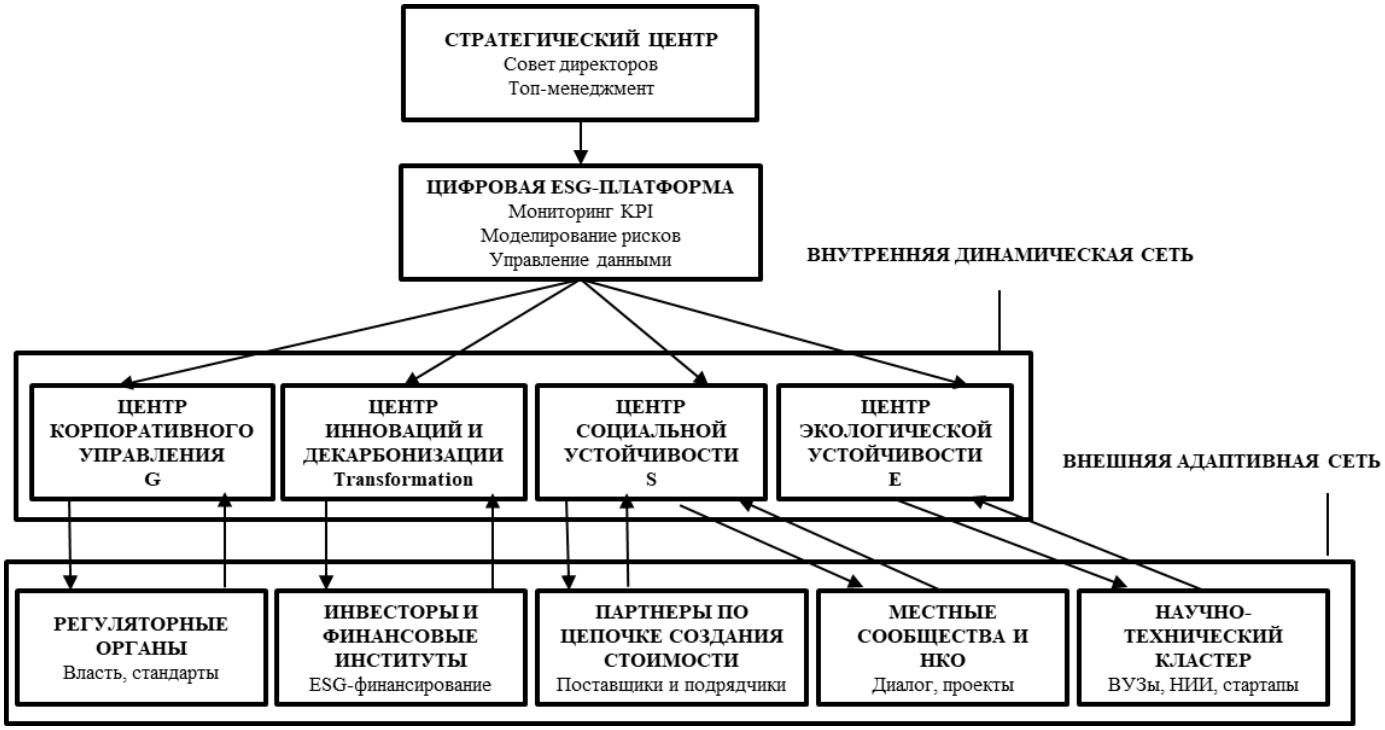


Рис. 1. Концептуальная модель сетевой архитектуры для управления ESG-рисками

– Внутренний контур сети (внутренняя динамическая сеть). Формируются кросс-функциональные рабочие группы или комитеты по устойчивому развитию, объединяющие представителей департаментов HSE, стратегии, финансов, HR, НИОКР, корпоративного управления. Их задача – интеграция ESG-факторов в бизнес-процессы, стратегическое планирование и управление рисками на постоянной основе.
– Внешний контур сети (внешняя адаптивная сеть).

Научно-экспертное сообщество, включающее вузы, исследовательские институты, консалтинговые компании. Задача – получение актуальных знаний, совместные НИОКР в области декарбонизации (CCS, водород, ВИЭ), независимая оценка рисков.

Регуляторы и органы власти. Активный диалог для формирования сбалансированного регулирования, участие в пилотных проектах.

Инвесторы и финансовые институты. Прозрачное раскрытие ESG-информации, привлечение «зеленого» финансирования, демонстрация управления климатическими рисками.

Местные сообщества и НКО. Регулярные консультации, реализация совместных социальных программ, участие в оценке воздействия на окружающую среду [7].

Партнеры по цепочке создания стоимости. Вовлечение поставщиков и подрядчиков в выполнение ESG-стандартов компании [4].

В качестве примера рассмотрим деятельность компании Equinor (норвежская государственная энергетическая компания, являющаяся одним из наиболее ярких примеров

успешной ESG-трансформации в нефтегазовом секторе [6]). Она активно сотрудничает с научными центрами в области технологий офшорной ветроэнергетики и CCS (технологии улавливания и хранения углерода). Вместе с тем компания публично заявила о стратегии трансформации в широкоэнергетическую – трансформации традиционной нефтегазовой компании в диверсифицированного энергетического игрока, который выходит за рамки добычи ископаемого топлива и развивает широкий портфель энергетических решений, что, несомненно, требует активного взаимодействия с новыми стейкхолдерами за пределами традиционного нефтегазового сектора. Создание партнерств для реализации конкретных «зеленых» проектов; например, проект по производству «голубого» водорода с улавливанием CO_2 (H2H Saltend) является примером сетевой организации.

Внедрение сетевой модели управления позволяет существенно повысить устойчивость НГК к ESG-рискам [3, 5]. Авторами выделяются следующие преимущества сетевой архитектуры в управлении стратегическими рисками:

1. Снижение транзиционного риска – проявляется быстрым доступом к новым технологиям и знаниям через сеть внешних партнеров, что позволяет ускорить процесс диверсификации и декарбонизации.

2. Упреждающее управление репутационными рисками. В данном случае прямой диалог с НКО и местными сообществами позволяет выявлять и снимать социальную напряженность на ранних стадиях.

3. Повышение инвестиционной привлекательности, характеризующейся прозрачной и интегрированной системой управления, демонстрируемой через сеть взаимодействий, повышающей доверие инвесторов, ориентированных на ESG [2].

4. Стимулирование инноваций, проявляющееся через формирование кросс-функциональной внутренней команды и сотрудничество с внешними экспертами, создающее среду для генерации инновационных решений на стыке дисциплин.

5. Разработка метрик и анализ барьеров внедрения сетевых архитектур управления ESG в нефтегазовом секторе.

Как было установлено выше, сетевая архитектура управления является ключевым ответом на стратегические ESG-риски. Однако ее практическая реализация упирается в два фундаментальных вопроса: 1) как измерить эффективность таких сетей? и 2) что препятствует их внедрению в компаниях с укорененной иерархической культурой? Данный раздел посвящен решению этих задач путем разработки системы сбалансированных показателей (BSC) для оценки эффективности и системного анализа организационных барьеров.

Для оценки эффективности предлагается использовать адаптированную систему сбалансированных показателей (Balanced Scorecard, BSC), рассматривающую четыре перспективы: Стейкхолдерская, Внутренних процессов, Обучения и роста и Финансовая. Это позволяет перевести стратегические цели сетевого управления в измеримые тактические показатели (KPI).

Таблица 1

Система метрик для оценки эффективности сетевой архитектуры управления ESG

Перспектива	Цель	Ключевые показатели эффективности (KPI)
1. Стейкхолдерская (Эффективность внешнего контура сети)	Повышение уровня доверия и качества взаимодействия с внешними стейкхолдерами	1. Индекс лояльности стейкхолдеров (Stakeholder Trust Index): измеряется через регулярные опросы (NPS-методология) среди ключевых групп (местные сообщества, НКО, инвесторы). 2. Количество совместных проектов/инициатив: с научными институтами (НИОКР), местными сообществами (соц. программы), другими компаниями (отраслевые консорциумы по декарбонизации). 3. Снижение количества судебных исков и регуляторных штрафов, связанных с ESG-факторами. 4. Динамика рейтингов в основных ESG-рейтингах (MSCI – международное рейтинговое агентство, Sustainalytics – глобальный

Перспектива	Цель	Ключевые показатели эффективности (KPI)
		лидер в области ESG-исследований, RAEX – Российское рейтинговое агентство).
2. Внутренних процессов (Эффективность внутреннего контура сети)	Оптимизация внутренних процессов для принятия решений с учетом ESG-рисков	1. Время от идентификации ESG-риска до внедрения корректирующих действий (Time-to-Mitigation). 2. Количество кросс-функциональных рабочих групп по ESG-тематикам и частота их взаимодействия. 3. Доля стратегических решений, прошедших обязательную процедуру ESG-оценки. 4. Уровень интеграции ESG-показателей в систему мотивации топ-менеджеров и руководителей ключевых подразделений (%)
3. Обучения и роста (Адаптивность сети)	Формирование культуры непрерывного обучения и организационной гибкости	1. Доля сотрудников, прошедших обучение по принципам устойчивого развития и управлению ESG-рисками. 2. Количество принятых к реализации рацпредложений/ инновационных идей, поступивших от сотрудников через сетевые каналы (внутренние платформы, кросс-функциональные встречи). 3. Индекс вовлеченности сотрудников (Gallup Q12 – методология оценки вовлеченности сотрудников, разработанная исследовательской компанией Gallup), с фокусом на вопросы о сотрудничестве между отделами. 4. Объем инвестиций в НИОКР и пилотные проекты, направленные на декарбонизацию и циркулярную экономику, реализуемые в партнерстве с внешними организациями
4. Финансовая (Создание стоимости)	Демонстрация прямой финансовой отдачи от внедрения сетевого подхода	1. Объем привлеченного «зеленого» финансирования (зеленые облигации, ESG-кредиты и др.) и связанная с этим экономия на процентах. 2. Снижение операционных затрат за счет внедрения ресурсосберегающих технологий, найденных через сеть партнерств. 4. Стоимость «сэкономленного» капитала: Оценка предотвращенных убытков от реализованных ESG-рисков (например, предотвращенные убытки и штрафы, потери от простоев). 5. Премия/дисконт к рыночной стоимости компании по сравнению с менее адаптивными конкурентами

По мнению авторов, данная система метрик позволяет перейти от абстрактных принципов сетевого управления к конкретному мониторингу и измерению его эффективности, обеспечивая обратную связь для непрерывного совершенствования архитектуры.

Вместе с тем внедрение сетевой архитектуры в традиционных НГК наталкивается на глубокие организационные барьеры. Их анализ можно провести по модели МакКинзи 7S, выделяя «жесткие» (стратегия, структура, системы) и «мягкие» (стиль, сотрудники, навыки, разделяемые ценности) элементы.

Таблица 2

Анализ барьеров внедрения сетевой архитектуры в компаниях с сильной иерархической культурой

Элемент модели 7S	Характеристики иерархической культуры	Барьеры для сетевой архитектуры
Стратегия	Фокус на операционной эффективности и краткосрочной финансовой отдаче от мегапроектов	Непонимание стратегической необходимости – ESG и сети воспринимаются как «факультатив», а не как условие выживания. Консервативная оценка рисков, недооценивающая скорость энергоперехода
Структура	Жесткая, вертикальная, функциональная. Четкие линии подчинения	Сопротивление среднего менеджмента – сетевое взаимодействие подрывает их власть и контроль над ресурсами и информацией. Межфункциональные барьеры («силосы»)
Системы	Системы KPI и мотивации заточены под финансовые и	Несовместимые системы мотивации – отсутствие KPI за кросс-функциональное сотрудничество и достижение

Элемент модели 7S	Характеристики иерархической культуры	Барьеры для сетевой архитектуры
	операционные результаты отдельных подразделений	общих ESG-целей. Бюджетирование, не предусматривающее гибкого финансирования сетевых инициатив
Стиль управления	Авторитарный, директивный. Приказы спускаются сверху вниз	Культура неприятия риска – сетевое взаимодействие предполагает эксперименты и возможность ошибок, что несовместимо с культурой «нулевого брака». Нежелание делегировать принятие решений на периферию сети
Сотрудники	Карьерный рост зависит от лояльности и выполнения планов в рамках своего «силоса»	Нехватка «сетевых» компетенций: сотрудники не обладают навыками фасилитации, ведения переговоров, работы в разнородных командах. Индивидуальные, а не коллективные карьерные траектории
Навыки	Глубокие технические (инженерные) экспертизы	Дефицит новых навыков – отсутствие внутренних экспертов по управлению ESG-данными, оценке воздействия на общество, работе с новыми стейкхолдерами
Разделяемые ценности	Ценности безопасности, операционной надежности, дисциплины	Конфликт ценностей – ценности иерархии (контроль, порядок, предсказуемость) противоречат ценностям сети (открытость, доверие, гибкость, коллаборация)

Таким образом, наибольшую сложность представляют «мягкие» барьеры, особенно разделяемые ценности и стиль управления. Вместе с тем технически изменить структуру или системы проще, чем трансформировать десятилетиями складывавшуюся корпоративную культуру.

Для преодоления барьеров авторами предлагается ряд рекомендаций:

1. «Зонтичная» стратегия. Необходимость четкого формулирования от высшего руководства, что трансформация в сетевую модель является не опцией, а стратегической необходимостью для выживания компании в среднесрочной перспективе.
2. Поэтапное внедрение через пилотные проекты. Важно начинать не с тотальной реорганизации, а с создания автономных «островков» сетевого взаимодействия вокруг конкретных, важных ESG-проектов (например, создание консорциума по улавливанию углерода). Это позволит наработать успешные кейсы.
3. Изменение систем мотивации, внедрение в KPI топ-менеджеров и руководителей подразделений – показатели, связанные с достижением общих ESG-целей и эффективностью кросс-функционального коллаборирования.
4. Целенаправленное развитие персонала. Создание программ обучения «гибким» навыкам (soft skills), наем сотрудников с опытом работы в кросс-функциональных и проектных командах, ротация кадров между подразделениями.

Заключение

Итак, стратегические риски, порождаемые ESG-повесткой, носят комплексный, междисциплинарный и динамичный характер. Для высокотехнологичных предприятий нефтегазового сектора они становятся определяющими для долгосрочного выживания и конкурентоспособности. Вместе с тем управление этими рисками невозможно в рамках устаревших иерархических парадигм.

Совершенствование систем управления через внедрение сетевых архитектур является не опциональным улучшением, а стратегической необходимостью. Такая архитектура, построенная на принципах открытости, коллаборации и интеграции внутренних и внешних стейкхолдеров, позволяет трансформировать риски в возможности для создания устойчивой стоимости. Она превращает компанию из обособленной крепости в активный узел инновационной экосистемы, способной адаптироваться к фундаментальным изменениям глобального энергетического ландшафта.

Отметим, что разработанная авторами система метрик предоставляет нефтегазовым компаниям практический инструмент для оценки прогресса в построении сетевых архитектур,

фокусируясь не только на результатах, но и на качестве процессов и развитии организационного капитала. Анализ барьеров показывает, что успех трансформации зависит в первую очередь от готовности руководства изменить глубинные основы корпоративной культуры – ценности и стиль управления. Преодоление этого сопротивления требует последовательных, целенаправленных действий, начинающихся с демонстрации безусловной приверженности со стороны совета директоров и высшего исполнительного руководства. В противном случае любые попытки внедрить сетевые принципы останутся поверхностными и не приведут к существенному снижению стратегических ESG-рисков.

Список литературы / References

1. Freeman R.E. (2010). Strategic Management: A Stakeholder Approach. Cambridge University Press.
2. Eccles R.G., Ioannou, I., & Serafeim, G. (2014). The Impact of Corporate Sustainability on Organizational Processes and Performance. Management Science.
3. Van der Vegt G.S., Essens P., Wahlström M., & George G. (2015). Managing Risk and Resilience. Academy of Management Journal.
4. IPIECA. (2021). Mapping the oil and gas industry to the Sustainable Development Goals: An Atlas.
5. World Economic Forum. (2020). The Future of the Oil and Gas Industry: Towards a New Model of Collaboration.
6. Equinor (2022). Energy Perspectives Report.
7. Porter M.E., & Kramer M.R. (2011). Creating Shared Value. Harvard Business Review.

Для цитирования
Страшный Д.Ю. Влияние стандартизации технологических процессов на качество фармацевтической продукции / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 777–781.

УДК 615.1:657.2

ВЛИЯНИЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА КАЧЕСТВО ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Страшный Д.Ю., *магистрант, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Россия, г. Саранск*

В статье рассматривается влияние стандартизации технологических процессов на качество фармацевтической продукции. Подчеркивается значимость международных стандартов GMP, ICH и ISO для стабильности производства и воспроизводимости характеристик лекарственных средств. На примере АО «Биохимик» (г. Саранск) показаны результаты внедрения стандартизации: снижение брака, повышение прослеживаемости и укрепление конкурентоспособности. Сделан вывод о ключевой роли стандартизации в устойчивом развитии отрасли.

Ключевые слова: фармацевтическая промышленность, стандартизация технологических процессов, GMP, качество лекарственной продукции, управление качеством, АО «Биохимик».

THE IMPACT OF STANDARDIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES ON THE QUALITY OF PHARMACEUTICAL PRODUCTS

Strashny D.Yu., *Ogarev Mordovia State University, Russia, Saransk*

The article examines the impact of standardization of technological processes on the quality of pharmaceutical products. It emphasizes the importance of international standards GMP, ICH, and ISO for production stability and reproducibility of drug characteristics. Using JSC "Biokhimik" (Saransk) as a case study, the results of implementing standardization are demonstrated: reduced defect rates, improved traceability, and enhanced competitiveness. The study concludes on the key role of standardization in the sustainable development of the pharmaceutical industry.

Keywords: pharmaceutical industry, standardization of technological processes, GMP, quality of medicinal products, quality management, JSC «Biochemik».

Фармацевтическая промышленность является одной из наиболее социально значимых отраслей экономики, поскольку качество и безопасность лекарственных средств напрямую влияют на здоровье населения и эффективность системы здравоохранения. В современном мире фармацевтические компании сталкиваются с растущими требованиями регуляторов, ужесточением стандартов качества, а также необходимостью интеграции в международное производственно-научное сообщество [4].

По данным Министерства здравоохранения РФ, в 2023 году на территории страны было зарегистрировано более 25 000 наименований лекарственных средств. Современные фармацевтические предприятия выпускают продукцию с использованием высокотехнологичного оборудования, что требует строгого соблюдения международных стандартов и качественного контроля на каждом этапе [2].

В последние годы в России реализуются государственные программы развития фармацевтической отрасли, включая стратегию «Фарма-2030», которая направлена на повышение технологической независимости, внедрение международных стандартов качества и увеличение экспортного потенциала отечественных предприятий [3]. В таких условиях

стандартизация технологических процессов выступает не только инструментом обеспечения качества продукции, но и фактором стратегического развития всей отрасли. Международные стандарты качества, такие как GMP (Good Manufacturing Practice), ICH (International Council for Harmonisation) и ISO (International Organization for Standardization), обеспечивают системную гармонизацию национальных процессов фармацевтического производства с международными требованиями безопасности, эффективности и воспроизводимости продукции.

Стандарт GMP устанавливает строгие правила организации производственных и контрольных операций, включая квалификацию персонала, валидацию оборудования и управление документацией. Рекомендации ICH направлены на унификацию научных и регуляторных требований к разработке и регистрации лекарственных средств, обеспечивая совместимость клинических, химико-технологических и фармакологических данных.

Стандарты ISO, включая ISO 9001 и ISO 13485, фокусируются на системе менеджмента качества, документировании процессов и постоянном улучшении производственных циклов. Совокупное применение этих стандартов позволяет создавать интегрированную систему менеджмента, где каждый элемент – от контроля сырья и валидации оборудования до управления документацией и обучения персонала – влияет на стабильность и воспроизводимость технологических процессов.

Такой подход снижает системные риски, минимизирует вероятность производственного брака и обеспечивает соответствие продукции современным международным требованиям, включая фармакопейные стандарты, критерии биосовместимости и стандарты клинической безопасности [3; 5].

Следует подчеркнуть, что стандартизация является ключевым условием обеспечения доверия со стороны потребителей и медицинского сообщества, поскольку каждая партия лекарственного препарата должна соответствовать строгим требованиям безопасности, эффективности и воспроизводимости.

Стандартизация технологических процессов охватывает весь жизненный цикл лекарственного препарата: от отбора и анализа исходного сырья, включая проверку химического состава и микробиологической чистоты, до выпуска готовой продукции, упаковки, хранения и транспортировки [1]. Внедрение стандартных операционных процедур (СОП), квалификация оборудования, цифровизация документооборота и многоуровневый контроль качества позволяют снизить вариабельность процессов и обеспечить воспроизводимость характеристик каждой серии лекарственного препарата, что предполагает стандартизация на всех этапах производства, включая контроль сырья, регламентацию технологических операций и систематическое обучение персонала.

На рисунке представлена схема, демонстрирующая влияние повышения уровня стандартизации технологических процессов на ключевые показатели качества фармацевтической продукции.

Влияние стандартизации на качество фармацевтической продукции

Анализ схемы показывает, что повышение уровня стандартизации технологических процессов оказывает прямое влияние на ключевые показатели качества. Снижение вариабельности обеспечивает стабильность технологических операций и повышает воспроизводимость характеристик продукции. Повышение стабильности серий снижает количество производственного брака и уменьшает риски рекламаций. Соответствие международным стандартам GMP и ISO гарантирует безопасность и эффективность каждой партии, а предприятия получают возможность расширять экспортный потенциал и укреплять доверие со стороны потребителей и медицинского сообщества.

АО «Биохимик» является примером успешного внедрения международных стандартов в российской фармацевтической отрасли. На предприятии внедрена и функционирует интегрированная система менеджмента качества в соответствии с требованиями стандарта ISO 9001 и принципов надлежащей производственной практики (GMP).

Стандартизация в АО «Биохимик» реализована через последовательное внедрение строгих процедур контроля сырья, автоматизации производственных линий, цифровизации документооборота и регулярного обучения персонала. Каждая партия сырья проходит многоуровневую проверку: сначала проводится химический анализ для подтверждения идентичности и содержания активных веществ, затем микробиологическая проверка, исключающая контаминацию. В случае выявления несоответствия партия отклоняется, что предотвращает возможные риски на последующих этапах.

Производственные линии АО «Биохимик» оснащены цифровыми датчиками контроля температуры, давления, влажности и скорости перемешивания, что позволяет поддерживать стабильные технологические параметры. На этапе смешивания и гранулирования строго контролируется соблюдение режимов времени, температуры и влажности, что обеспечивает однородность получаемой массы. В процессах таблетирования и капсулирования применяется автоматизированная система контроля параметров твердости, массы и геометрических характеристик каждой единицы продукции, что позволяет значительно снизить вариации между сериями и повысить воспроизводимость результатов.

Контроль качества продукции осуществляется на всех стадиях производственного процесса. Промежуточные образцы проходят физико-химические и микробиологические испытания, а готовая продукция проверяется на соответствие установленным требованиям надлежащей производственной практики (GMP). Документация ведется преимущественно в электронном виде, что обеспечивает полную прослеживаемость операций и дает возможность анализировать каждый этап технологического цикла. Такой подход позволяет не только своевременно выявлять и устранять отклонения, но и формировать статистическую базу данных, необходимую для проведения тренд-анализа и оценки стабильности процессов. Использование электронного документооборота упрощает проведение аудиторских проверок, повышает прозрачность производственной деятельности и подтверждает соответствие предприятия международным нормативам.

На АО «Биохимик» валидация оборудования рассматривается как разветвленная система мероприятий, охватывающая как основные технологические линии, так и вспомогательные производственные узлы. Данный процесс реализуется поэтапно и включает несколько последовательных стадий, каждая из которых направлена на подтверждение корректности и воспроизводимости работы оборудования в реальных условиях эксплуатации. На стадии IQ (Installation Qualification) проверяется корректность монтажа оборудования, подключение всех систем и датчиков, соответствие техническим характеристикам и документации. Следующий этап – OQ (Operational Qualification), на котором проводится тестирование оборудования в штатном режиме с контрольными параметрами: температуры, давления, влажности, скорости перемешивания.

Целью является проверка функциональности всех систем и точности измерений. На этапе PQ (Performance Qualification) оценивается способность оборудования производить продукцию с заданными характеристиками в течение определенного периода времени. Производственные серии анализируются на физико-химические и микробиологические

показатели, результаты фиксируются в цифровой системе документооборота, обеспечивая возможность аудита и последующего анализа.

Кроме того, проводится периодическая валидация, включающая регулярную калибровку датчиков, проверку программного обеспечения, обслуживание узлов оборудования и мониторинг состояния производственных линий. Все операции тщательно документируются, включая протоколы тестов, калибровочные записи и корректирующие действия, что обеспечивает полную прослеживаемость и соответствие международным стандартам GMP, ICH и ISO. Комплексная система валидации оборудования позволяет поддерживать стабильность технологических процессов, минимизировать производственный брак и обеспечивать воспроизводимость серий продукции, что напрямую влияет на качество и безопасность лекарственных средств.

Важным элементом стандартизации на АО «Биохимик» является систематическое обучение и сертификация персонала. Сотрудники проходят курсы по GMP, GLP, ICH, обучение работе с цифровыми системами и автоматизированным оборудованием, включая контроль параметров технологических процессов. Стандартизированное выполнение производственных процедур минимизирует влияние человеческого фактора, снижает вероятность допущения ошибок и обеспечивает воспроизводимость операций на всех стадиях процесса. Систематическое проведение обучающих программ и внутренних проверок способствует быстрой адаптации новых сотрудников к корпоративным требованиям, в то время как персонал с опытом поддерживает высокий уровень квалификации и строгое следование установленным нормативам.

Результаты внедрения стандартов отражены в таблице, где показаны основные показатели качества до и после внедрения стандартов GMP на АО «Биохимик».

Таблица

Сравнение показателей до и после внедрения стандартов GMP на АО «Биохимик»

Показатель	До внедрения GMP	После внедрения GMP
Доля дефектных единиц продукции (%)	4,5	1,2
Частота рекламаций потребителей (кол-во/1000 ед.)	Высокая	Низкая
Прослеживаемость производственного цикла	Частичная	Полная
Соответствие международным требованиям	Ограниченное	Полное
Потенциал экспорта продукции	Ограниченный	Расширенный

Снижение уровня брака с 4,5% до 1,2% является критически важным показателем, так как любая нестабильность производства напрямую отражается на эффективности и безопасности лекарственных препаратов. Подобное уменьшение дефектности свидетельствует о значительном повышении надежности технологических процессов и строгом соблюдении установленных регламентов на всех этапах цикла. Полная прослеживаемость обеспечивает возможность отслеживания каждой партии продукции начиная от момента поступления сырья и заканчивая выпуском готового препарата, что соответствует международным требованиям GMP и ISO и формирует основу для транспарентности производственной деятельности.

Данный результат имеет не только локальное значение для конкретного предприятия, но и более широкий отраслевой эффект, так как свидетельствует о способности отечественных фармацевтических компаний адаптироваться к международным практикам и обеспечивать конкурентоспособность на глобальном рынке. Наличие полной прослеживаемости позволяет предприятиям эффективно реагировать на запросы регулирующих органов, проводить расследование причин возможных несоответствий и оперативно корректировать технологические процессы. В условиях растущих требований к безопасности и надежности

лекарственных средств именно такие показатели становятся ключевым фактором доверия со стороны медицинского сообщества и пациентов.

Кроме того, снижение брака и повышение качества продукции ведут к сокращению экономических потерь, связанных с утилизацией дефектных партий, оптимизации использования ресурсов и снижению затрат на последующие корректирующие действия.

Интеграция международных стандартов оказывает комплексное воздействие на организационную структуру предприятия и формирование стратегии управления производственными процессами. Внедрение стандартизированных процедур способствует не только повышению предсказуемости результатов и снижению вариабельности технологических параметров, но и разработке более точных моделей прогнозирования производственной эффективности.

При этом систематический мониторинг, совмещенный с обязательным документированием операций, создает возможности для анализа первопричин отклонений, выявления наиболее уязвимых участков и своевременной корректировки процессов. Такой подход гармонирует с принципами риск-ориентированного управления и концепцией непрерывного совершенствования, обеспечивая более высокий уровень управляемости предприятия и снижая вероятность возникновения производственных сбоев.

Таким образом, стандартизация технологических процессов выступает ключевым инструментом обеспечения качества фармацевтической продукции и одновременно служит стратегическим фактором устойчивого развития отрасли. На примере АО «Биохимик» показано, что внедрение международных стандартов GMP, ICH и ISO позволяет значительно снизить производственные риски, повысить стабильность серий и обеспечить полную прослеживаемость технологического цикла. При этом стандартизация не только выполняет функцию контроля качества, но и способствует интеграции отечественных производителей в международное профессиональное сообщество, укреплению доверия со стороны потребителей и медицинских специалистов, а также повышению конкурентоспособности.

Список литературы

1. Гусев А.Н. Управление качеством в фармацевтической промышленности: теория и практика. – СПб.: Профессия, 2019. – 356 с.
2. Министерство здравоохранения РФ. Статистика фармацевтического рынка 2023 года. – М., 2023.
3. Стратегия развития фармацевтической отрасли РФ «Фарма-2030». – М., 2020.
4. Федеральные правила и нормы в области обращения лекарственных средств. Надлежащая производственная практика (GMP). – М.: Минздрав России, 2016.
5. ICH Q10 Pharmaceutical Quality System. International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use. Geneva, 2008.

References

1. Gusev A.N. Quality Management in the Pharmaceutical Industry: Theory and Practice. – St. Petersburg: Profession, 2019. – 356 p.
2. Ministry of Health of the Russian Federation. Statistics of the Pharmaceutical Market 2023. – Moscow, 2023.
3. Pharma-2030: Strategy for the Development of the Pharmaceutical Industry of the Russian Federation. – Moscow, 2020.
4. Federal Rules and Regulations in the Field of Circulation of Medicinal Products. Good Manufacturing Practice (GMP). – Moscow: Ministry of Health of Russia, 2016.
5. ICH Q10. Pharmaceutical Quality System. International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use. Geneva, 2008.

Для цитирования
Уразметова Д.Р. Развитие инструментов управления качеством в малых группах как фактор повышения мотивации и улучшений в производстве / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 782–787.

УДК 005.6

РАЗВИТИЕ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В МАЛЫХ ГРУППАХ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ И УЛУЧШЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ

Уразметова Д.Р., *аспирант, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Россия, г. Самара*

В статье рассматривается развитие инструментов управления качеством в малых производственных группах автомобильного предприятия как ключевой фактор повышения мотивации и снижения дефектов. Выделяются проблемы современной организации труда: чрезмерная численность бригад, недостаточная подготовка персонала, фокус на выполнении плана, отсутствие визуальных стандартов и эффективных каналов обратной связи. Предлагаются практические решения: сокращение размера бригад до 6–10 человек, введение роли лидера качества, регулярное обсуждение показателей на утренних собраниях, персональная карта вкладов сотрудников, отмена наказаний за выявление брака. Ожидается значительное повышение вовлеченности персонала, снижение дефектов и улучшение общей производственной культуры.

Ключевые слова: управление качеством в малых группах, повышение мотивации персонала, изменение производственной культуры, формирование ответственности за качество, снижение числа дефектов.

DEVELOPMENT OF QUALITY MANAGEMENT TOOLS IN SMALL GROUPS AS AN INSTRUMENT FOR INCREASING MOTIVATION AND PRODUCTION IMPROVEMENTS

Urazmetova D.R., *postgraduate student, Russia, Samara State Technical University, Samara*

The article examines the development of quality management tools within small production groups at automotive enterprises as a key factor in enhancing motivation and reducing defects. The identified challenges of modern labor organization include excessive team sizes, inadequate personnel preparation, focus solely on plan fulfillment, absence of visual standards, and ineffective communication channels. Practical solutions proposed are reduction of group sizes to 6–10 members, introduction of a quality leader role, regular morning meetings discussing performance metrics, implementation of individual employee contribution tracking systems, and elimination of penalties for identifying product flaws. These measures are expected to significantly improve employee involvement, reduce defect rates, and enhance overall manufacturing culture.

Keywords: Quality management in small groups, personnel motivation enhancement, transformation of production culture, development of responsibility for quality, reduction of defect rate.

Коллектив промышленного предприятия определяет функционирование, результативность и эффективность основной и вспомогательной деятельности организации. По сути, коллектив предприятия является определяющей силой в вопросах качества процессов, продуктов и услуг, реализуемых предприятием. Конкурентоспособность и качество продукции и услуг, реализуемых машиностроительным предприятием, производящим автомобильную технику, напрямую зависят от характеристик коллектива в текущий момент времени и нацеленности его на достижение новых, более напряженных показателей в области повышения качества и эффективности труда. Обеспечение

качественного функционирования автосервисного предприятия требует наличия высококвалифицированного персонала, обладающего компетенциями в области ремонта и сервисного обслуживания автомобилей различных марок и моделей [4]. Роль сотрудников предприятия является центральной и определяющей, а образуемая в машиностроительном производстве человеко-машинная система определяет, по сути, качество процессов основных, управленческих и вспомогательных, а значит, является гарантом конечного качества, высокой эффективности и конкурентоспособности продукции на потребительском рынке.

Что получается? Для повышения качества продукции в первую очередь необходимо обеспечить актуальную организацию производства продукции и услуг в соответствии с современными требованиями науки и техники, с учетом передового международного опыта в данном вопросе. Качество продукции как основной показатель конкурентоспособности зависит от качества труда. Качество труда определяет эффективность системы менеджмента автопроизводителя. Если на предприятии обеспечивается системность в отношении вопросов развития и модернизации организации производства, то это, как правило, означает, что предприятие стремится к совершенствованию как системы менеджмента качества, являющегося фундаментом управления процессами, так и собственно продукции и услуг [5].

Проведя довольно существенный объем работы по анкетированию, анализу, статистической оценке вопросов развития мотивации и качества в автомобильном производстве, были выделены основные магистральные направления, работа в рамках которых будет способствовать наиболее полному охвату и решению значимых проблем качества в условиях автомобильного производства.

Вернемся к этим проблемам.

Отсутствие мотивации на качественную работу. Фокус на выполнение производственного плана. Сокрытие дефектов из-за страха наказания или возможных рисков возникновения конфликтов с коллегами или руководством.

Неоптимальная организация бригад и низкая оснащенность рабочих мест. Текущая организация бригад с нормой управляемости 1 к 25–40 человек не позволяет бригадирам и их бригадам в полной мере качественно выполнять свои обязанности. Устаревшие листы проверок. Ограниченная визуализация, отсутствие примеров плохих и хороших образцов изделий. Не всегда подходящее в полной мере испытательное оборудование. Ограниченная площадь (например, для заключительной сборки), неудобно организованные рабочие места (например, недостаток освещения).

Низкая квалификация и недостаточные усилия по развитию персонала. Значительная доля привлеченного персонала с низкой квалификацией и мотивацией. Недостаточное внимание обучению и развитию персонала, в том числе из-за занятости мастера непрофильными функциями.

Проблема эффективности смежных процессов. Проблема планирования и высокая вариативность модельного ряда. Проблемы качества закупаемых деталей и компонентов. Несвоевременная поставка деталей (проблема логистики).

Подход к качеству с точки зрения реагирования, нехватка возможностей для реализации опережающего подхода.

Малые производственные группы (бригады, ячейки, команды операторов) могут стать ключевым звеном в обеспечении устойчивого развития качества на автосборочном предприятии. Именно на уровне таких групп формируется повседневная культура качества, реализуется самоконтроль, принимаются оперативные решения и генерируются инициативы по улучшению.

Согласно результатам проведенного исследования сотрудники чаще всего не чувствуют личного влияния на качество (только 12% уверены в этом), а также не видят реализации своих предложений (внедрено менее 11%). Все это указывает на необходимость децентрализации полномочий и вовлечения малых групп в процессы управления качеством.

Таким образом, цель развития инструментов в малых группах – создать условия, при которых каждый член коллектива: осознает свою ответственность за качество; имеет

инструменты для выявления, документирования и устранения дефектов; получает обратную связь и признание за вклад в улучшения; работает в среде «без страха» – где выявление проблемы поощряется, а не наказывается.

Анализ анкет и интервью выявил следующие системные барьеры (табл. 1).

Таблица 1

Проблемы текущей организации малых групп

Проблема	Проявление	Последствие
Чрезмерная численность бригад	Норма управляемости 1 к 25–40	Невозможность эффективного контроля, обучения и мотивации
Отсутствие визуализации качества	Нет образцов брака/эталонов, не обновляются листы проверок	Снижение сознательности при контроле
Недостаточная подготовка персонала	Высокая доля привлеченных работников, слабое значение технологий	Рост вариабельности и дефектов
Фокус на план, а не на качество	75% сотрудников указывают на «выполнение плана любой ценой»	Сокрытие дефектов, игнорирование записей
Отсутствие инструментов обратной связи	Только 11% ведут записи о дефектах	Невозможность анализа и предотвращения повторных ошибок

Предлагаемые инструменты управления качеством в малых группах: сократить численность бригад до 6–10 человек (в соответствии с принципами бережливого производства); ввести роль лидера качества в каждой группе – не формального руководителя, а наставника, ответственного за культуру качества; обеспечить стабильный состав групп (минимизировать ротацию), чтобы формировать командную ответственность [3].

Визуальное управление качеством на рабочем месте: разместить на каждом участке: образцы эталонных и дефектных изделий; актуальные контрольные листы с четкими критериями; доску качества с ежедневными показателями (DPU, количество выявленных дефектов, инициативы); использовать цветовую маркировку для быстрого распознавания статуса операций (зеленый – норма, красный – отклонение).

Система ежедневных коротких встреч: проводить 5–10-минутные собрания в начале смены, на которых проводить обзор ключевых показателей качества за предыдущую смену, обсуждать выявленные дефекты и их причины, планировать улучшения на текущий день, вовлекать мастера и представителя отдела технического контроля в качестве экспертов, а не контролеров.

Инструмент «Качество – моя ответственность». Внедрить персональные карты вклада в качество. Каждый сотрудник должен фиксировать свои действия по улучшению (предложения, выявленные дефекты, участие в обучении). Карта должна иметь такой статус, при котором ее содержание учитывается при премировании и признании (например: «Сотрудник месяца по качеству»). В рамках предлагаемого инструментария необходимо отменить наказания за допущенный брак, если он своевременно выявлен и задокументирован.

Обучение и наставничество внутри группы. Необходимо запустить программу «Менторство в бригаде». Опытные сотрудники должны обучать новичков не только технологиям, но и культуре качества. Можно ввести инициативу «Месяц качества» с мастер-классами, конкурсами на лучшее предложение. Необходимо создать условия для разработки и реализации инструмента микрообучения посредством коротких видео, чек-листов на планшетах, на рабочих местах и т.д.

Интеграция с системой мотивации. Предлагаемые инструменты, очевидно, должны быть напрямую связаны с системой вознаграждения. Например, можно ввести следующие инициативы: 50% премии – за показатели качества (DPU, отсутствие скрытых дефектов, реализация предложений и инициатив); бонус за инициативы – каждое внедренное предложение должно сопровождаться фиксированной выплатой и публичным признанием;

командное планирование – если вся бригада достигает целевого уровня качества, все получают дополнительный фиксированный бонус.

Все предложенное выше создает коллективную ответственность, внутреннюю мотивацию и устраняет проблему страха перед наказанием. Ожидаемые результаты после внедрения предлагаемых инструментов управления качеством указаны в табл. 2.

Таблица 2

Ожидаемые результаты

Показатель	Текущее состояние	Целевое состояние (через 12 месяцев)
Доля сотрудников, чувствующих влияние на качество	12%	Больше 60%
Доля внедренных предложений	11%	Больше 40%
Средний DPU по участкам	Высокий (по данным завода двигателей – низкое качество)	Снижение на 30–60%
Уровень сокрытия дефектов	Высокий (только 27% признают брак)	Менее 10%
Удовлетворенность сотрудников системой мотивации	Низкая	Улучшение на 25–30% (по внутренним опросам)

Первичные выводы. Развитие инструментов управления качеством в малых группах для автопроизводителя представляет собой стратегический шаг, направленный к созданию культуры качества «снизу вверх».

Предложенные подходы обеспечивают рост мотивации за счет вовлечения и признания; улучшают стабильность процессов за счет самоконтроля и визуализации; снижают издержки на брак и переделки; формируют устойчивую основу для внедрения бережливого производства и цифровизации.

Работа в малых группах может иметь существенную поддержку на основе современных и уже хорошо зарекомендовавших себя инструментов управления качеством. На рисунке представлена по сути матрица 9 на 9. Столбцы этой матрицы (горизонтальные категории) представляют собой девять категорий или девять направлений (групп мер), предлагаемых к реализации в рамках работы малых групп: QRQC – Quick Response Quality Control – быстрое реагирование на проблемы качества; устранение дефектов; документирование инструкций; обучение персонала; оптимизация бригад (мини-бригады); реализация механизмов эскалации; визуализация рабочих мест (5S); процессы (планирование, логистика, качество закупок и т.д.); улучшение (сбор и внедрение предложений). Строки (вертикальные категории) – это, по сути, девять аспектов реализации, по которым оценивается каждая группа мер: процесс; документирование; качество; обучение; организация; решение проблем; важность и анализ; рабочие места; развитие, бригады, механизм «снизу вверх». В каждой ячейке матрицы представлены отметки, которые указывают, в каких аспектах реализации участвует каждая группа мер.

Матрица 9 на 9

Ключевые аспекты реализации комплексного матричного инструментария улучшения качества процессов, продуктов и услуг при стратегическом переходе работы в малые группы:

1. QRQC – быстрое реагирование на качество. Реализация инструмента обеспечивает улучшение сосредоточенности на процессах, документировании, механизмах эскалации и, конечно, решении проблем качества. Важно отметить, что применение инструмента поддерживает визуализацию, обратную связь. А четкое внедрение инструмента в практику автосборочного предприятия дает возможность для управления устранением дефектов в реальном масштабе времени.

2. Устранение дефектов – процесс, охватывающий все аспекты: от документирования до анализа важности. Особенно необходимо выделить ключевые аспекты улучшения качества: сам процесс решения проблем, визуализация процесса решения проблем и достижение улучшений. Подразумевается реализация системного подхода по анализу корневых причин дефектов и нацеленность на кардинальное (существенное) решение проблем качества [2].

3. Документирование инструкций. Обеспечение фокуса на стандартизации: создание устойчивого и постоянно развивающегося аппарата инструкций, чек-листов, контрольных карт. Здесь осуществляется поддержка обучения, организации, процессного управления. Данный пункт критически важен для категорий новых сотрудников, привлеченного персонала.

4. Обучение персонала. Напрямую связано с развитием компетенций, наставничеством, бригадным обучением. Поддержка инструментов мини-бригад, а также механизма «снизу вверх». В части улучшений, основанных на преодолении выявленных проблем на автосборочном предприятии, – освобождение мастеров от непрофильных функций, чтобы они могли заниматься обучением персонала.

5. Мини-бригады/оптимизация бригад – это центральный элемент оптимизации, обеспечивающей повышение мотивации и внутреннего контроля. Аспект напрямую связан с организацией работы, образованием и устойчивым развитием механизмов обратной связи. В данном аспекте были сформированы рекомендации по сокращению численности бригад до 6–10 человек [3].

6. Механизмы эскалации. Данный аспект определяет необходимость быстрого информирования руководства о проблемах. Инструментарий поддерживает QRQC, визуализацию и процесс решения проблем.

В данном случае инструмент имеет дополнительный содержательный смысл – направленность на формирование культуры «без страха», в соответствии с которой любой работник компании может сообщить о дефекте без рисков для себя.

7. Визуализация и 5S. Инструмент известный и эффективный, охватывает: организацию рабочего места, документирование, обучение. Включает в себя аспекты, связанные с применением образцов брака/эталонов, цветовой маркировки, доски качества. Нацелен и влияет на функции самоконтроля и внутренней мотивации.

8. Процессы (планирование, логистика, закупки). Инструментарий подчеркивает системный характер качества – «не только производство, но и смежные функции». Также подчеркивает важность вопросов синхронизации между подразделениями. Напрямую связан с анализом важности и аспектами улучшений.

9. Сбор и внедрение предложений (улучшения). Является ядром мотивации «снизу вверх». Обеспечивает поддержку всех аспектов, в особенности обратной связи, развития, а также бригадных вопросов [1].

Этот момент построен на актуализации проблемы и разработки адекватного решения по полученному ранее индикатору (когда только 11% предложений внедряются в производство) – табл. 3.

Таблица 3

Проблемы и решения

Проблема	Решение
Сотрудники не чувствуют влияния на качество	Мини-бригады, улучшение «снизу вверх», QRQC
Только 11% предложений внедряются	Система сбора и анализа улучшений
Сокрытие брака из-за страха	Разработка механизмов эскалации и развитие культуры работы «без страха»
Нет визуализации	Визуализация 5S, обновление инструкций
Низкая квалификация сотрудников ОТК и операторов	Обучение, документирование, наставничество
Фокус на плане, а не на качестве	QRQC, устранение дефектов пересмотр КПЭ

Список литературы

1. Аспекты создания профессиональной группы экспертов при решении проблем качества продукции автопрома / В.Н. Козловский, Д.В. Антипов, Д.И. Панюков, С.И. Клейменов // Автомобильная промышленность. – 2018. – № 5. – С. 1–6. – EDN XZXWAP.
2. Комплекс мониторинга качества автомобилей / В.Н. Козловский, В.В. Иванов, А.В. Заятров, Д.И. Панюков // Грузовик. – 2017. – № 3. – С. 30–39. – EDN XYEOZT.
3. Панюков Д. И. Формирование эффективной FMEA-команды / Д.И. Панюков, В.Н. Козловский, С.А. Шанин // Стандарты и качество. – 2017. – № 7. – С. 68–72. – EDN YUIYDF.
4. Панюков Д. И. Анализ проблем управления качеством на предприятиях автосервиса / Д.И. Панюков, О.В. Никишов // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса 2023: Материалы IX Международной научно-практической конференции (заочно-дистанционная) в рамках 9-го Международного научного форума Донецкой Народной Республики «Инновационные перспективы Донбасса: инфраструктурное и социально-экономическое развитие», Горловка, 25 мая 2023 года. – Горловка: Автомобильно-дорожный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка, 2023. – С. 76–84. – EDN BYKDQH.
5. Kozlovskiy V. System of customer satisfaction monitoring by new cars in view of perceived quality / V. Kozlovskiy, D. Aydarov // Quality - Access to Success. 2017. Т. 18. № 161. С. 54–58.

References

1. Aspects of creating a professional group of experts in solving problems of product quality in the automotive industry / V.N. Kozlovsky, D.V. Antipov, D.I. Panyukov, and S.I. Kleymenov // Automobile Industry. – 2018. – No. 5. – Pp. 1–6. – EDN XZXWAP.
2. Complex of monitoring of car quality / V.N. Kozlovsky, V.V. Ivanov, A.V. Zayatrov, D.I. Panyukov // Truck. – 2017. – No. 3. – Pp. 30–39. – EDN XYEOZT.
3. Panyukov D.I. Formation of an Effective FMEA Team / D.I. Panyukov, V.N. Kozlovsky, and S.A. Shanin // Standards and Quality. – 2017. – No. 7. – Pp. 68–72. – EDN YUIYDF.
4. Panyukov D.I. Analysis of Quality Management Problems at Car Service Enterprises / D.I. Panyukov, O.V. Nikishov // Scientific and Technical Aspects of the Development of the Motor Transport Complex 2023: Materials of the 9th International Scientific and Practical Conference (Distance Learning) within the Framework of the 9th International Scientific Forum of the Donetsk People's Republic "Innovative Prospects of Donbass: Infrastructure and Socio-Economic Development", Gorlovka, May 25, 2023. – Gorlovka: Automobile And Road Institute (Branch) Of The Federal State Budgetary Educational Institution Of Higher Education Donetsk National Technical University In Gorlovka, 2023. – Pp. 76–84. – EDN BYKDQH.
5. Kozlovskiy V. System of customer satisfaction monitoring by new cars in view of perceived quality / V. Kozlovskiy, D. Aydarov // Quality - Access to Success. 2017. Т. 18. № 161. С. 54–58.

Для цитирования:
Федоров А.В., Саксонов А.С., Марков М.Д., Тондель Н.С. Оценка частоты отказов продукции промышленного производства / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 788–791.

УДК 621

ОЦЕНКА ЧАСТОТЫ ОТКАЗОВ ПРОДУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Федоров А.В., *аспирант, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Россия, г. Самара*
Саксонов А.С., *канд. техн. наук, доцент кафедры, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Россия, г. Самара*
Марков М.Д.*, аспирант, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Россия, г. Самара*
Тондель Н.С.*, аспирант, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Россия, г. Самара*

В представленной работе показано применение аналитических инструментов, таких как ранжированные гистограммы и графики частоты отказов, позволяющие оценить дефектность кабельно-проводниковой продукции.

Ключевые слова: кабельно-проводниковая продукция, ранжированная гистограмма, частота отказов, дефектность продукции.

EVALUATION OF THE FAILURE RATE OF INDUSTRIAL PRODUCTS

Fedorov A.V.*, postgraduate student, Samara State Technical University, Samara, Russia*
Saksonov A.S.*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department, Samara State Technical University, Samara, Russia*
Markov M.D.*, postgraduate student, Samara State Technical University, Samara, Russia*
Tondel N.S.*, postgraduate student, Samara State Technical University, Samara, Russia*

The presented work demonstrates the use of analytical tools, such as ranked histograms and failure frequency graphs, to assess the defectiveness of cable and wire products.

Keywords: cable and conductor products, ranked histogram, failure rate, product defects.

В современной кабельной промышленности России наблюдается дефицит развитых инструментов статистического контроля качества продукции [5]. В большинстве случаев статистическая обработка данных о дефектности кабельно-проводниковой продукции заканчивается внесением информации о дефектах в базу данных в виде таблицы. В прогрессивных с точки зрения управления качеством продукции отраслях промышленности, таких как автомобилестроение и авиастроение, для реализации статистического контроля качества информацию о дефектах не просто собирают в базу, а собирают и аналитически обрабатывают с последующим выводом о качестве производимой продукции [2, 3]. Цель данной работы – показать применимость инструментов статистического контроля, используемых в автомобилестроении, применительно к производству кабельно-проводниковой продукции (КПП).

Первоначально необходимо выявить наиболее проблемные с точки зрения качества позиции дефектов. Для того, чтобы выявить наиболее проблемные позиции с точки зрения дефектности КПП, следует по данным табличного массива построить ранжированную

гистограмму, где по оси абсцисс отложить номера кодов несоответствий, а по оси ординат – количество несоответствий. Гистограмма распределения несоответствий приведена на рис. 1.

В работе принята условная кодификация дефектов:

1 – нестроительная длина;

2 – нарушения маркировки;

3 – разрыв изоляции;

4 – пробой изоляции;

5 – включения в изоляции;

6 – разрушение элемента конструкции во время осуществления технологического процесса;

7 – нарушение упаковки;

8 – механическое повреждение бронепокрова;

9 – несоответствие внешнего вида;

10 – несоответствие технологической карте.

Кодификация дефектов основана на результатах, опубликованных в работе [4].

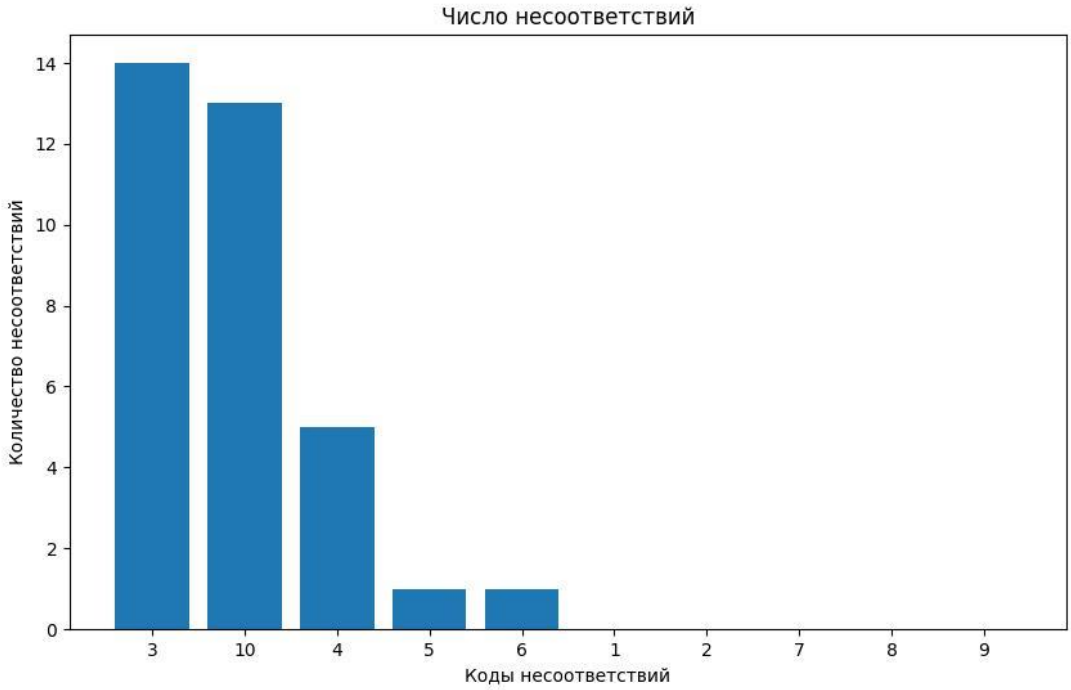


Рис. 1. Ранжированная по кодам гистограмма распределения количества несоответствий

При изучении гистограммы можно заметить, что наибольшее число несоответствий относится к коду 3, вторую позицию по количеству несоответствий занимает код 10, а третью – код 4.

Построения ранжированной гистограммы для оценки уровня дефектности КПП недостаточно, т.к. она дает понимание общей картины дефектности, но не способна отобразить динамику дефектности. Для того, чтобы отобразить динамику дефектности, следует выполнить оценку частоты отказов. Математической основой для оценки частоты отказов выступает аналитическое выражение (1) [1]:

$$F(t) = \frac{n}{N \cdot \Delta t},$$

где n – число отказавших изделий в оцениваемый промежуток; N – число поставленных на испытания в оцениваемый промежуток; Δt – промежуток времени, за который ведется оценка.

Для того, чтобы отобразить динамику дефектности КПП, целесообразно выделить несколько временных промежутков, в которые возникали отказы, вычислить для каждого из них частоту отказов, а затем на основе полученных частот отказов построить общий график. Построенные графики приведены на рис. 2 и 3.

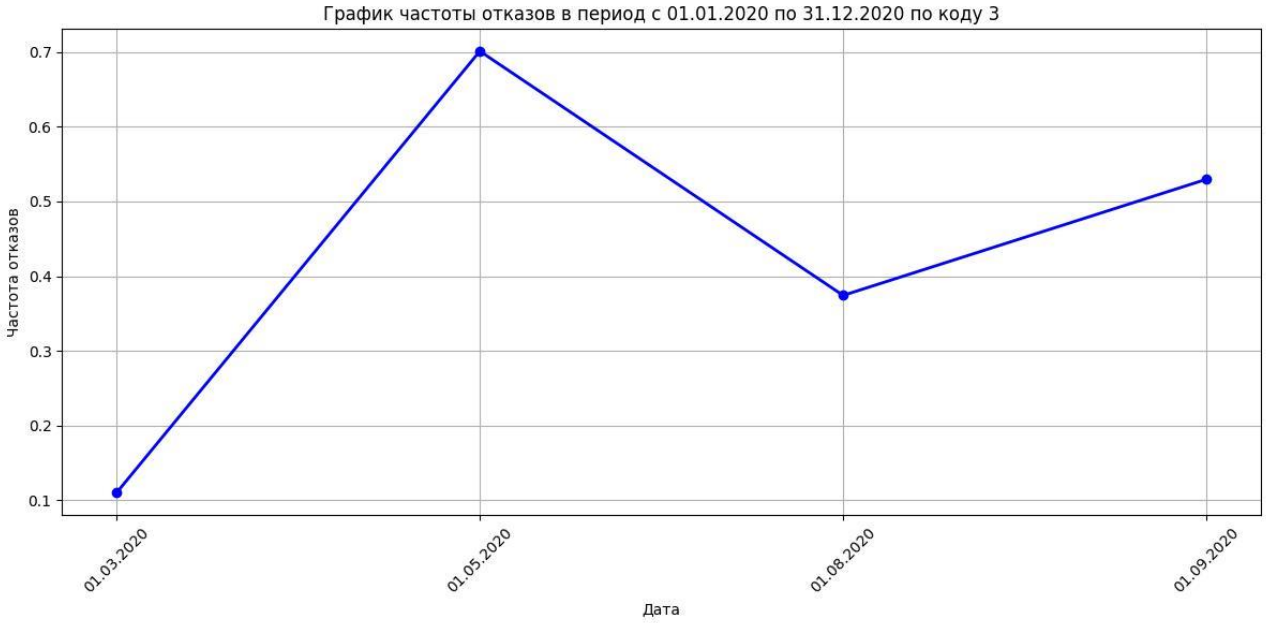


Рис. 2. График частоты отказов кабелей марки КГЭШ в период с 01.01.2020 по 31.12.2020 по коду 3

Рис. 3. График частоты отказов кабелей марки КГЭШ в период с 01.01.2020 по 31.12.2020 по коду 10

Частота отказов – это математический безразмерный показатель, по своей сути являющийся приведением количества отказавших изделий к общему количеству испытанных изделий, исходя из этого, без знания объема испытанной продукции, частота отказов – показатель малоинформативный.

Поэтому ниже мы должны представить данные, отражающие объем поставленной на испытания продукции (см. таблицу).

Объем поставленной на испытания КПП

Период	**Объем поставленной на испытания продукции, м**
01.03.2020 – 01.06.2020	61300
01.06.2020 – 01.08.2020	10200
01.08.2020 – 01.09.2020	16669

Имея данные об объеме поставленной на испытания продукции, мы сможем оценить критичность ситуации с дефектностью КПП. Так, например, в период с 01.03.2020 по 01.06.2020 был значительный по объему выпуск кабелей марки КГЭШ, и вместе с тем частота отказов имеет максимальное значение в сравнении с другими периодами, а в период с 01.08.2020 по 01.09.2020 частота отказов минимальная, объем выпуска минимален.

Таким образом, построение ранжированных гистограмм и графиков частоты отказов выступает аналитическим инструментом, позволяющим абстрактно оценить уровень дефектности КПП, что дает возможность прицельно выявлять наиболее значимые дефекты продукции и сопоставлять их количество с объемом поставленной на испытания продукции.

Список литературы

1. Калабро С.Р. Принципы и практические вопросы надежности (пер. с англ.) / под ред. д-ра техн. наук проф. Д.Ю. Панова. – М.: Машиностроение, 1966. – 376 с.
2. Моделирование этапа планирования и подготовки процедуры управления рисками / Д.И. Панюков, М.В. Ненашев, Д.А. Деморецкий, В.Н. Козловский // СТИН. – 2024. – № 10. – С. 67–70.
3. Методика прогнозирования влияния технологических погрешностей производства электромоторедукторов на ключевые выходные характеристики / О.Д. Ибрагимов, А.С. Саксонов, В.Н. Козловский, Д.И. Панюков // СТИН. – 2025. – № 5. – С. 40–42.
4. Саксонов А.С. Основные виды технологических дефектов кабельно-проводниковой продукции / А.С. Саксонов, А.В. Федоров // Вестник Тульского государственного университета. Автоматизация: проблемы, идеи, решения: сборник научных трудов Национальной научно-технической конференции с международным участием, Тула, 7–9 октября 2024 года. – Тула: Тульский государственный университет, 2024. – С. 218–223.
5. Федоров А.В. Исследование проблемы качества продукции, выпускаемой предприятием кабельной промышленности / А.В. Федоров, В.Н. Козловский, А.С. Саксонов // Качество и жизнь. – 2025. – № 1(45). – С. 72–75.

References

1. Calabro, S.R. Principles and practical issues of reliability (translated from English) / edited by Dr. D.Y.Panov, Doctor of Technical Sciences. Moscow: Mashinostroenie Publ., 1966– 376 p.
2. Modeling of the planning stage and preparation of risk management procedures / D. I. Panyukov, M. V. Nenashev, D.A. Demoretsky, V. N. Kozlovsky // STIN. – 2024. – No. 10. – Pp. 67–70.
3. Methodology for predicting the impact of technological errors in production Electromotor reducers for key output characteristics / O.D. Ibragimov, A.S. Saksonov, V.N. Kozlovsky, D.I. Panyukov // STIN. – 2025. – No. 5. – Pp. 40–42.
4. Saksonov, A.S. The main types of technological defects in cable and wire products / A.S. Saksonov, A.V. Fedorov // Bulletin of Tula State University. Automation: problems, ideas, solutions: proceedings of the National Scientific and Technical Conference with International Participation, Tula, October 07–09, 2024. Tula: Tula State University, 2024, pp. 218–223.
5. Fedorov, A.V. Investigation of the quality problem of products manufactured by a cable industry enterprise / A.V. Fedorov, V.N. Kozlovsky, A.S. Saksonov // Quality and life. – 2025. – № 1(45). – Pp. 72–75.

Для цитирования
Царькова В.С. Эффективные методы организации внутренних аудитов: повышение качества и соответствия на современных предприятиях / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 792–795.

УДК 006.027

ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВНУТРЕННИХ АУДИТОВ: ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И СООТВЕТСТВИЯ НА СОВРЕМЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Царькова В.С., *магистрант кафедры биотехнологии, химии и стандартизации ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Россия, г. Тверь*

Внутренний аудит является фундаментальным инструментом обеспечения эффективности и устойчивого развития организаций в условиях современной экономики. Внедрение и совершенствование процессов внутреннего аудита способствует улучшению качества продукции и услуг, повышению уровня соответствия нормативным требованиям и успешному управлению рисками. Современные предприятия разных отраслей промышленности сталкиваются с необходимостью интеграции внутренних аудитов в систему менеджмента качества. В этом контексте особое значение приобретают эффективные методы организации и проведения таких аудитов, включая применение международных стандартов, использование современных информационных технологий и системное развитие аудиторских компетенций.

Ключевые слова: внутренний аудит, организация внутреннего аудита, внутренний контроль, системы менеджмента качества, повышение качества, аудит бизнес-процессов, управление рисками, оценка соответствия, информационные технологии в аудите.

EFFECTIVE METHODS OF ORGANIZING INTERNAL AUDITS: IMPROVING QUALITY AND COMPLIANCE IN MODERN ENTERPRISES

Tsarkova V.S., *Master's student of the Department of Biotechnology, Chemistry, and Standardization at Tver State Technical University, Russia, Tver*

Internal audit is a fundamental tool for ensuring the efficiency and sustainable development of organizations in today's economy. The implementation and improvement of internal audit processes contribute to the enhancement of product and service quality, compliance with regulatory requirements, and successful risk management. Modern enterprises in various industries face the need to integrate internal audits into their quality management systems. In this context, effective methods for organizing and conducting such audits, including the application of international standards, the use of modern information technologies, and the systematic development of audit competencies, become crucial.

Keywords: internal audit, organization of internal audit, internal control, quality management systems, quality improvement, business process audit, risk management, compliance assessment, information technology in auditing.

Внутренний аудит – систематический, независимый и документированный процесс для получения свидетельств аудита и их объективной оценки, чтобы выяснить, в какой степени выполнены критерии аудита.

Основные задачи внутреннего аудита заключаются в:

- подтверждении адекватности СМК требованиям стандарта и требованиям, установленным самой организацией;
- подтверждении пригодности политики организации и достижения целей организации в области качества;

- подтверждении выполнения запланированных мероприятий и достижения запланированных результатов;
- подтверждении устранения причин обнаруженных несоответствий и предупреждения их повторного возникновения;
- выявлении возможных улучшений.

В современных условиях, где нормы и требования быстро меняются, внутренний аудит становится критически важным элементом системы управления качеством.

Основой внутреннего аудита служат международные и национальные стандарты. Особое значение имеет национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 19011–2021 «Оценка соответствия. Руководящие указания по проведению аудита систем менеджмента». Этот стандарт определяет принципы, требования и рекомендации по организации и проведению программ аудита, включая аудит первой стороны (внутренний аудит).

Принципы организации аудита по ГОСТ Р ИСО 19011:

1. Честность: основа профессионализма.
2. Беспристрастное представление: обязательство представлять правдивые и точные отчеты.
3. Должная профессиональная осмотрительность: прилежание и обдуманность решений при проведении аудита.
4. Конфиденциальность: защита информации.
5. Независимость: основа беспристрастности аудита и объективности заключений аудита.
6. Подход, основанный на свидетельстве: рациональный метод достижения надежных и воспроизводимых заключений аудита в систематическом процессе аудита.
7. Риск-ориентированный подход: подход, учитывающий риски и возможности [1].

Этапы и методы организации внутренних аудитов

Планирование и подготовка внутренних аудитов: основы и инструменты

Планирование является фундаментальным этапом, от которого напрямую зависит результативность аудита.

Ключевые задачи этапа планирования:

- Идентификация целей аудита в соответствии с потребностями управления.
- Анализ рисков и определение приоритетных зон контроля.
- Составление программы и графика проверок на период (год, квартал).
- Формирование состава аудиторской команды с учетом специализации и компетенций.
- Определение критериев, методов и инструментов аудита.

При анализе рисков учитываются отраслевые особенности, выявленные проблемы, показатели эффективности и прошлые результаты проверок [2].

Методы внутреннего аудита: теория и практика

Для эффективного аудита применяются разнообразные методы, которые условно делят на группы:

документальный анализ – проверка полноты, достоверности и согласованности документов и записей;

наблюдение и интервью – оценка реального выполнения процессов, сбор информации от сотрудников;

физические проверки и выборки – тестирование фактических операций и контроля;

аналитические методы – сопоставление данных из разных источников;

методы тестирования и кросс-проверок – восполнение пробелов и выявление скрытых несоответствий.

Методы подбираются согласно целям аудита, характеру проверяемых процессов и имеющимся ресурсам [3].

Современные информационные технологии в организации внутреннего аудита

Цифровая трансформация охватывает внутренний аудит, обеспечивая новые возможности автоматизации, аналитики и обмена информацией.

Основные направления:

- Электронные рабочие места аудиторов и мобильные приложения для сбора данных.
- Облачные сервисы для совместной работы и централизованного хранения информации.
- Интеграция с ERP и другими системами предприятия для анализа данных.
- Big Data и инструменты визуализации для выявления аномалий и трендов.
- Технологии Process Mining для аудита бизнес-процессов в режиме реального времени.

Использование этих технологий повышает эффективность, снижает нагрузку на аудиторов и ускоряет подготовку отчетов.

Квалификация и развитие аудиторов: ключ к успешному аудиту

Успешный аудит требует не только технических знаний, но и развитых коммуникативных и аналитических навыков.

Важные компетенции: глубокое знание нормативов и стандартов; методики аудита и аналитические способности; владение информационными системами и технологиями; навыки ведения интервью и разрешения конфликтов.

Этические стандарты и целостность, честность, соблюдение принципов в действиях и решениях.

Эффективная система обучения и сертификации аудиторов, поддержка обмена опытом в команде повышают качество аудиторских процедур.

Анализ результатов и постоянное совершенствование внутренних аудитов

Эффективный аудит требует наличия обратной связи и контроля за реализацией рекомендаций.

Цикл PDCA в аудите:

Plan (Планирование) – разработка мероприятий по устранению проблем;

Do (Выполнение) – реализация изменений;

Check (Проверка) – мониторинг эффективности;

Act (Действие) – корректировка и улучшение системы.

Такой подход обеспечивает систематичность и устойчивость улучшений, укрепляет систему менеджмента качества [4].

Практические аспекты организации внутренних аудитов: кейсы и рекомендации

На практике многие компании выбирают различные модели организации внутреннего аудита: собственный штат, аутсорсинг или смешанные формы. Выбор модели зависит от масштабов, специфики предприятия и существующих ресурсов.

Успешные кейсы демонстрируют: рост эффективности за счет риск-ориентированного планирования; снижение затрат и времени на аудит благодаря цифровым решениям; повышение качества за счет роста компетенций аудиторов; улучшение взаимодействия между подразделениями.

Рекомендации по улучшению включают акцент на постоянном развитии культуры качества и интеграции аудита в общую систему управления [5].

Эффективная организация внутренних аудитов является основой высокого качества и соответствия на современных предприятиях. Использование международных стандартов, сочетание традиционных и инновационных методов, развитие аудиторов и внедрение цифровых технологий формируют систему внутреннего аудита, способную обеспечивать устойчивое развитие и конкурентоспособность организации.

Внутренний аудит сегодня – это не просто контроль, а инструмент стратегического управления, позволяющий оперативно выявлять и устранять проблемы, управлять рисками и совершенствовать бизнес-процессы в быстро меняющемся мире.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 19011–2021. Оценка соответствия. Руководство по аудиту систем менеджмента. – М.: Стандартинформ, 2021. – 48 с.
2. Внутренний аудит: как повысить его эффективность / Rosco. – 2024. – Режим доступа: https://rosco.su/press/vnutrenniy-audit-kak-povysit-ego-effektivnost (дата обращения: 01.10.2025).\
3. Функции и методы внутреннего аудита / Finacademy. – 2023. – Режим доступа: https://finacademy.net/materials/article/funkcii-i-metody-vnutrennego-audita (дата обращения: 01.10.2025).
4. Методология внутреннего аудита / EY Academy. – 2022. – Режим доступа: https://eyacademycca.com/articles/internal-audit-methodology (дата обращения: 01.10.2025).
5. Островский В. Внутренний аудит: современные технологии и практика. – СПб.: Питер, 2023. – 240 с.

References

1. GOST R ISO 19011–2021. Compliance Assessment. Management Systems Audit Manual. – Moscow: Standartinform, 2021. – 48 p.
2. Internal Audit: How to Increase Its Effectiveness / Rosco. – 2024. – Access mode: https://rosco.su/press/vnutrenniy-audit-kak-povysit-ego-effektivnost (accessed: 01.10.2025).\
3. Functions and Methods of Internal Audit / Finacademy. – 2023. – Access mode: https://finacademy.net/materials/article/funkcii-i-metody-vnutrennego-audita (accessed on 01.10.2025).
4. Internal Audit Methodology / EY Academy. – 2022. – Access mode: https://eyacademycca.com/articles/internal-audit-methodology (accessed: 01.10.2025).
5. Ostrovsky V. Internal Audit: Modern Technologies and Practice. – St. Petersburg: Peter, 2023. – 240 p.

Для цитирования
Якупов Э.Т. Методология исследования бизнес-процессов и структурных изменений в интегрированном авиационном производстве / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 796–802.

УДК 338.45

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ И СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ИНТЕГРИРОВАННОМ АВИАЦИОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Якупов Э.Т., *проректор по стратегическому развитию и экономике, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, Россия, г. Казань*

В статье представлено исследование бизнес-процессов и структурных изменений в интегрированном авиационном производстве. Обосновывается необходимость применения дифференцированного подхода к анализу производственных процессов в сегментах. Разработана типология бизнес-процессов на основе критериев технологической сложности, степени стандартизации и характера создаваемой добавленной стоимости. Представлена система показателей для оценки интенсивности межсегментного взаимодействия и синергетических эффектов, методологии сценарного прогнозирования развития интегрированных производственных структур.

Ключевые слова: авиационная промышленность, беспилотные авиационные системы, бизнес-процессы, интегрированное производство, малая авиация, методология исследования, прогнозирование, структурные изменения, технологическая конвергенция.

METHODOLOGY FOR STUDYING BUSINESS PROCESSES AND STRUCTURAL CHANGES IN INTEGRATED AIRCRAFT PRODUCTION

Yakupov E.T., *Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan*

This article presents a study of business processes and structural changes in integrated aviation manufacturing. It substantiates the need for a differentiated approach to analyzing production processes across segments. A typology of business processes is developed based on criteria such as technological complexity, degree of standardization, and the nature of added value created. A system of indicators for assessing the intensity of intersegment interactions and synergistic effects is presented, along with a methodology for scenario-based forecasting of the development of integrated production structures.

Keywords: research methodology, business processes, structural changes, aviation industry, unmanned aircraft systems, general aviation, integrated production, technological convergence, forecasting.

Введение

Современная авиационная промышленность характеризуется нарастающей сложностью производственных систем и усилением взаимосвязей между традиционными и инновационными сегментами. Формирование интегрированных производственных структур, объединяющих производство беспилотных авиационных систем (БАС) и малой авиации, выдвигает новые требования к методологии исследования экономических процессов в отрасли.

Впрочем, следует признать, что классические методологические подходы, разработанные для анализа традиционного авиастроения, не в полной мере учитывают специфику новых технологических сегментов. Производство БАС и малой авиации демонстрирует принципиально различные характеристики: от структуры создания добавленной стоимости до организации производственных циклов. Это требует разработки новых методологических инструментов, способных адекватно отражать сложность современных производственных систем.

Актуальность разработки методологии исследования бизнес-процессов в интегрированном авиационном производстве определяется несколькими факторами. Во-первых, активное развитие беспилотных технологий формирует новые производственные структуры, экономические закономерности функционирования которых требуют научного осмысления. По данным Минпромторга РФ, производство беспилотных авиационных систем в России выросло на 168% в 2024 году, достигнув 16,3 тысячи единиц [1]. Такая динамика свидетельствует о формировании нового высокотехнологичного сегмента, требующего специализированных методов анализа.

Во-вторых, процессы технологической конвергенции между сегментами БАС и малой авиации создают предпосылки для возникновения синергетических эффектов, количественная оценка которых невозможна без разработки адекватного методологического аппарата. Как справедливо отмечает Матюха С.В., формирование эффективных организационно-экономических механизмов развития авиационной отрасли требует глубокого понимания специфики различных производственных сегментов [2].

В-третьих, необходимость прогнозирования структурных трансформаций в условиях высокой технологической неопределенности требует применения специализированных методологических подходов, учитывающих вероятностный характер развития событий и возможность радикальных технологических сдвигов.

Теоретико-методологические основы исследования

Методология исследования бизнес-процессов в интегрированном авиационном производстве должна базироваться на интеграции нескольких концептуальных подходов, каждый из которых раскрывает определенные аспекты функционирования производственных систем.

Системный подход составляет фундаментальную основу методологии, рассматривая производство БАС и малой авиации как сложную социально-экономическую систему с множественностью элементов, разнообразием связей и иерархической структурой. Применение системного подхода позволяет выявить эмерджентные свойства, возникающие при интеграции элементов в целостную систему и не сводящиеся к свойствам отдельных компонентов.

Что особенно важно – системная методология обеспечивает возможности анализа прямых и обратных связей между различными сегментами авиационного производства, выявления узких мест и точек роста производственной системы.

Процессный подход фокусирует внимание на анализе бизнес-процессов как последовательностей взаимосвязанных действий, преобразующих входы в выходы и создающих ценность для потребителей [6]. В контексте авиационного производства процессный подход требует идентификации ключевых бизнес-процессов, определения их границ и взаимосвязей, анализа эффективности выполнения.

Типология бизнес-процессов в интегрированном авиационном производстве включает: основные процессы, непосредственно создающие продукцию (проектирование, производство, испытания); вспомогательные процессы обеспечения (снабжение, логистика, техническое обслуживание оборудования); управленческие процессы координации и контроля (планирование, мониторинг, корректирующие действия).

Стоимостной анализ предоставляет инструментарий для исследования структуры создания добавленной стоимости на различных этапах производственного цикла. Концепция

цепочки создания стоимости М. Портера позволяет декомпозировать производственную деятельность на отдельные звенья, каждое из которых вносит вклад в формирование конечной стоимости продукции [8].

Для беспилотных систем стоимостной анализ выявляет доминирование этапов исследований и разработок в создании добавленной стоимости – до 40% от общей стоимости, что определяет стратегические приоритеты развития данного сегмента. В отличие от этого в малой авиации наблюдается более равномерное распределение добавленной стоимости между этапами проектирования (20%), производства планера и силовых установок (60%) и окончательной сборки (20%).

Дифференцированная методология анализа производственных сегментов

Ключевой особенностью предлагаемой методологии является дифференцированный подход к анализу производственных процессов в сегментах с различной технологической зрелостью. Этот подход признает фундаментальные различия в организации производства БАС и малой авиации и предлагает специализированные методы для каждого сегмента.

В табл. 1 систематизированы основные методологические подходы к анализу различных аспектов производственных сегментов.

Таблица 1

Дифференцированная методология анализа производственных сегментов

Аспект анализа	**Методы для БАС**	**Методы для малой авиации**	**Интегрированный подход**
Оценка эффективности инвестиций	Опционный подход, методы венчурной оценки, DCF с корректировкой на риск	NPV, IRR, срок окупаемости, дисконтированные денежные потоки	Портфельный анализ с учетом корреляций между проектами
Планирование производства	Гибкое планирование, канбан, SCRUM для инновационных проектов	MRP II, календарное планирование, Theory of Constraints	Матричное планирование с резервированием мощностей
Управление рисками	Сценарный анализ, метод Монте-Карло, экспертные оценки для технологических рисков	Статистические методы, VaR, стресс-тестирование операционных рисков	Комплексная оценка с учетом корреляций рисков между сегментами
Прогнозирование спроса	Экспертные оценки, метод аналогий, технологические дорожные карты	Статистическое прогнозирование, ARIMA, экспоненциальное сглаживание	Многофакторные модели с машинным обучением
Ценообразование	Cost-plus, проектное ценообразование, value-based pricing	Конкурентное ценообразование, издержки плюс норма прибыли	Динамическое ценообразование с сегментацией рынка
Оценка эффективности	ROI проектов, KPI инноваций, патентная активность	Производительность труда, рентабельность, оборачиваемость активов	Сбалансированная система показателей (BSC)

Источник: составлено автором

Анализ данных табл. 1 показывает существенную дифференциацию методологических подходов между сегментами. Для производства БАС характерно применение методов, адаптированных к условиям высокой неопределенности и инновационного характера деятельности. Опционный подход к оценке инвестиций, например, позволяет учесть ценность управленческой гибкости и возможности адаптации проектов к изменяющимся условиям [5].

Малая авиация, напротив, тяготеет к классическим методам финансового анализа и операционного планирования, что объясняется более стабильным характером производственных процессов и меньшей технологической неопределенностью. Применение методов календарного планирования (MRP II) обеспечивает эффективную координацию материальных потоков и оптимизацию производственных графиков.

Методология прогнозирования структурных изменений

Прогнозирование структурных изменений в интегрированном авиационном производстве представляет собой одну из наиболее сложных методологических задач, требующую учета множественности факторов неопределенности и нелинейного характера развития технологий.

Сценарный подход составляет основу методологии прогнозирования, предоставляя рамку для анализа альтернативных траекторий развития производственных структур [9]. В отличие от детерминистических прогнозов, основанных на экстраполяции существующих трендов, сценарный подход признает принципиальную непредсказуемость будущего и строит множественные правдоподобные сценарии, основанные на различных комбинациях ключевых факторов неопределенности.

Для производства БАС и малой авиации выделяются следующие ключевые факторы неопределенности: темпы технологического развития в области автономных систем управления, искусственного интеллекта и новых материалов; эволюция регулятивной среды и требований к сертификации беспилотных систем; динамика потребительского спроса в гражданском и военном сегментах; степень успешности программ импортозамещения критических компонентов; интенсивность технологической конвергенции между сегментами.

Технологические дорожные карты дополняют сценарный подход, обеспечивая инструментарий для систематического анализа траекторий технологического развития с идентификацией ключевых технологических вызовов, необходимых научно-технических достижений и временных рамок их реализации [7]. Для беспилотных систем технологические дорожные карты фокусируются на развитии систем автономного управления, сенсорных технологий, источников энергии повышенной емкости.

Методология оценки синергетических эффектов

Одной из ключевых задач методологии исследования интегрированного производства является разработка инструментария для оценки синергетических эффектов от координации развития сегментов БАС и малой авиации. Синергетические эффекты возникают за счет: совместного использования производственных мощностей и инфраструктуры; технологического трансфера и обмена знаниями между сегментами; унификации компонентов и стандартизации производственных процессов; координации исследований и разработок; оптимизации логистических цепочек и снабжения [10].

Таблица 2

Система показателей оценки синергетических эффектов интеграции

Группа показателей	**Индикаторы**	**Метод расчета**	**Целевое значение**
Производственная интеграция	Коэффициент использования общих мощностей	Доля общих мощностей в общем объеме / Средняя загрузка	> 0,7
	Индекс унификации компонентов	Количество унифицированных компонентов / Общее количество компонентов	> 0,4
Технологический трансфер	Коэффициент технологического обмена	Количество трансферированных технологий/Общее количество разработок	> 0,25
	Индекс патентного цитирования	Взаимное цитирование патентов между сегментами/Общее количество патентов	> 0,15
Экономическая эффективность	Экономия от масштаба	(Затраты автономные − Затраты интегрированные)/Затраты автономные	15–25%
	Эффект координации НИОКР	Сокращение сроков разработки при совместных проектах	30–40%
	Мультипликативный эффект	Прирост валовой добавленной стоимости в смежных отраслях / Прямые инвестиции	> 1,5

Источник: составлено автором

Методология оценки синергетических эффектов базируется на сопоставлении показателей эффективности интегрированных структур с показателями автономного развития сегментов. Основной методологический вызов заключается в выделении эффектов интеграции из совокупного влияния множества факторов, что требует применения специализированных эконометрических методов и тщательного контроля прочих переменных.

В табл. 2 представлена система показателей для оценки интенсивности интеграции и синергетических эффектов.

Количественная оценка синергетических эффектов демонстрирует значительный потенциал интеграции производственных процессов. По расчетам автора, формирование интегрированных производственных цепочек способно обеспечить сокращение совокупных затрат на производство на 15–25% за счет эффектов масштаба и охвата, ускорение циклов разработки новой продукции на 30–40% благодаря использованию унифицированных платформ и компонентов [3].

Мультипликативные эффекты распространяются на смежные отрасли, включая электронную промышленность, материаловедение и программное обеспечение. Каждый рубль инвестиций в интегрированное развитие производства БАС и малой авиации генерирует дополнительно 1,5–2 рубля добавленной стоимости в сопряженных секторах экономики.

Институциональный и организационный аспекты методологии

Методология исследования бизнес-процессов в интегрированном авиационном производстве не может быть полной без учета институциональных факторов, определяющих условия функционирования производственных систем. Институциональный анализ

обеспечивает возможности исследования влияния формальных и неформальных правил на организацию производства и траектории структурных изменений.

Анализ регулятивной среды выявляет барьеры и стимулы для развития производства беспилотных систем и малой авиации, создаваемые системой технического регулирования, сертификационными требованиями и правилами использования воздушного пространства. Особую значимость приобретает анализ институциональных различий между сегментами: если для малой авиации существует устоявшаяся система сертификации и эксплуатации, то для беспилотных систем регулятивная база находится в стадии формирования, что создает дополнительные риски и неопределенности для производителей.

Сравнительный институциональный анализ позволяет выявить лучшие практики регулирования и механизмы адаптации институциональной среды к технологическим изменениям. Опыт ведущих авиационных держав показывает важность гибких регулятивных подходов, обеспечивающих баланс между стимулированием инноваций и обеспечением безопасности [4].

Эмпирическая база и методы сбора данных

Реализация разработанной методологии требует формирования надежной эмпирической базы исследования. Ограниченность официальной статистической информации по новым сегментам авиационной промышленности определяет необходимость использования комплекса качественных и количественных методов сбора данных.

Количественные методы включают: анализ официальной статистики Росстата, Минпромторга РФ и отраслевых ассоциаций; анализ корпоративной отчетности предприятий авиационной промышленности; патентный анализ для оценки технологической активности и направлений исследований; библиометрический анализ научных публикаций по тематике БАС и малой авиации.

Качественные методы включают: глубинные интервью с представителями предприятий – производителей БАС и малой авиации; экспертные опросы для получения оценок по вопросам, недостаточно освещенным в статистике; кейс-исследования успешных практик интеграции производственных процессов; анализ стратегических документов предприятий и органов государственного управления.

Триангуляция данных из различных источников обеспечивает повышение надежности и валидности результатов исследования. Сопоставление количественных данных статистики с качественными данными интервью позволяет получить более полное и достоверное представление о состоянии и тенденциях развития интегрированного авиационного производства.

Заключение

Разработанная методология исследования бизнес-процессов и структурных изменений в интегрированном авиационном производстве представляет собой комплексный междисциплинарный подход, интегрирующий различные методы экономического анализа с учетом специфики высокотехнологичного производства и условий технологической конвергенции между сегментами БАС и малой авиации.

Научная новизна методологии заключается в: обосновании необходимости и разработке дифференцированного подхода к анализу производственных процессов в сегментах с различной технологической зрелостью; создании системы показателей для оценки интенсивности технологической конвергенции и синергетических эффектов от интеграции производственных процессов; разработке методологического инструментария прогнозирования структурных трансформаций, интегрирующего сценарный анализ, технологические дорожные карты и экономико-математическое моделирование.

Практическая значимость методологии определяется возможностями ее применения для: формирования стратегий развития предприятий авиационной промышленности; обоснования направлений государственной промышленной политики в сфере авиастроения;

оценки эффективности инвестиционных проектов в условиях технологической неопределенности; прогнозирования траекторий развития интегрированных производственных структур.

Перспективы дальнейших исследований связаны с детализацией отдельных элементов методологии, в частности с разработкой специализированных экономико-математических моделей для оценки эффектов от различных форм интеграции производственных процессов, а также с адаптацией методологии для анализа других высокотехнологичных отраслей промышленности.

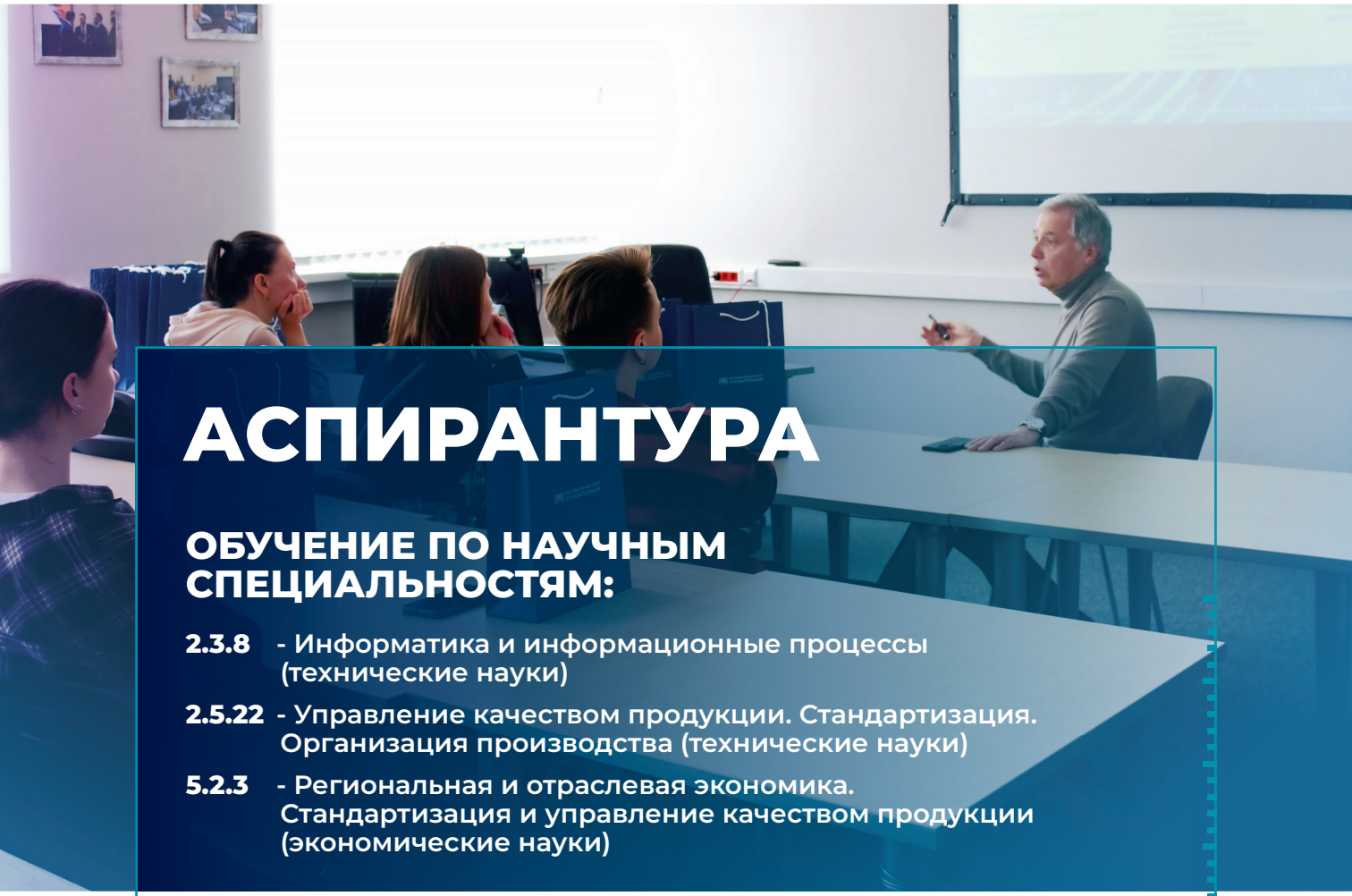
Список литературы

1. В Минпромторге раскрыли, сколько гражданских дронов производят в России // RTVI. 2025. 4 июля. URL: https://rtvi.com/news/v-minpromtorge-raskryli-skolko-grazhdanskih-dronov-proizvodyat-v-rossii/ (дата обращения: 15.08.2025).
2. Матюха С.В. Формирование организационно-экономического механизма развития региональной авиации России: дис. ... д-ра экон. наук: 5.2.3. М., 2023. 286 с.
3. Олейникова М.В., Сорокин А.Е., Ковтун С.А. Разработка организационно-экономического механизма развития производственного потенциала предприятий авиастроения в условиях цифровой экономики // Инновации и инвестиции. 2021. № 3. С. 353–356.
4. Decker C., Chiambaretto P. Economic policy choices and trade-offs for Unmanned Aircraft Systems Traffic Management (UTM): Insights from Europe and the United States // Transportation Research Part A: Policy and Practice. 2022. Vol. 157. Pp. 40–58.
5. Dixit A.K., Pindyck R.S. Investment under Uncertainty. Princeton: Princeton University Press, 1994. 468 p.
6. Hammer M., Champy J. Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. New York: Harper Business, 1993. 223 p.
7. Phaal R., Farrukh C.J., Probert D.R. Technology roadmapping – A planning framework for evolution and revolution // Technological Forecasting and Social Change. 2004. Vol. 71. No. 1-2. Pp. 5–26.
8. Porter M.E. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. New York: Free Press, 1985. 557 p.
9. Schoemaker P.J. Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking // Sloan Management Review. 1995. Vol. 36. No. 2. Pp. 25–40.
10. Trigeorgis L. Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation. Cambridge: MIT Press, 1996. 427 p.

References

1. The Ministry of Industry and Trade revealed how many civilian drones are produced in Russia // RTVI. 2025. July 4. URL: https://rtvi.com/news/v-minpromtorge-raskryli-skolko-grazhdanskih-dronov-proizvodyat-v-rossii/ (accessed on August 15, 2025).
2. Matyukha, S.V. Formation of an Organizational and Economic Mechanism for the Development of Regional Aviation in Russia: Doctoral Dissertation in Economics: 5.2.3. Moscow, 2023. 286 p.
3. Oleynikova M.V., Sorokin A.E., Kovtun S.A. Development of an Organizational and Economic Mechanism for Developing the Production Potential of Aircraft Manufacturing Enterprises in the Digital Economy // Innovations and Investments. 2021. No. 3. Pp. 353–356.
4. Decker C., Chiambaretto P. Economic policy choices and trade-offs for Unmanned Aircraft Systems Traffic Management (UTM): Insights from Europe and the United States // Transportation Research Part A: Policy and Practice. 2022. Vol. 157. Pp. 40–58.
5. Dixit A.K., Pindyck R.S. Investment under Uncertainty. Princeton: Princeton University Press, 1994. 468 p.
6. Hammer M., Champy J. Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. New York: Harper Business, 1993. 223 p.
7. Phaal R., Farrukh C.J., Probert D.R. Technology roadmapping – A planning framework for evolution and revolution // Technological Forecasting and Social Change. 2004. Vol. 71. No. 1-2. Pp. 5–26.
8. Porter M.E. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. New York: Free Press, 1985. 557 p.
9. Schoemaker P.J. Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking // Sloan Management Review. 1995. Vol. 36. No. 2. P. 25–40.
10. Trigeorgis L. Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation. Cambridge: MIT Press, 1996. 427 p.

РОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ СТАНДАРТИЗАЦИИ
основан в 1924 году



АСПИРАНТУРА

ОБУЧЕНИЕ ПО НАУЧНЫМ СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ:

2.3.8 - Информатика и информационные процессы (технические науки)

2.5.22 - Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства (технические науки)

5.2.3 - Региональная и отраслевая экономика. Стандартизация и управление качеством продукции (экономические науки)

- Обучение в **очном формате с применением дистанционных технологий**
- Подготовка к сдаче и **сдача кандидатских экзаменов**
- **2 диссертационных совета** на базе Института для защиты выполненных научных работ по специальностям 2.3.8 и 2.5.22
- Преподаватели — **16** докторов и **2** кандидата наук
- Результаты исследований публикуются в журнале «Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования», **входящем в перечень журналов ВАК**

Лицензия № Л035-00115-77/00097284 от 10 ноября 2021 г.

Оставьте заявку по телефону

8-800-101-92-72

117418 Москва,
Нахимовский пр–т, д. 31, к. 2

aspirantura@gostinfo.ru

@rst_gost

Российский институт стандартизации

Подробнее

www.standards.ru