

Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования

05/2025
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



ОПЕРЕЖАЮЩАЯ
СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАК
УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА
ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

ОСОБЕННОСТИ
МАРКИРОВКИ ПИЩЕВОЙ
ПРОДУКЦИИ В РОССИИ
И ЗА РУБЕЖОМ

БЕСПИЛОТНАЯ СИСТЕМА
ПРОАКТИВНОГО
МОНИТОРИНГА
РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ



iea.gostinfo.ru

ИНФОРМАЦИОННО- ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

5/2025 (86)

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
Корректор М.И. Першина

АДРЕС РЕДАКЦИИ

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



 РОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ
СТАНДАРТИЗАЦИИ

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 13.10.2025.
Дата опубликования на сайте журнала iea.gostinfo.ru 14.10.2025.

Формат 60 × 90 1/8.
Усл. печ. л. 16,25.

© ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

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);

- 5.2.23. Региональная и отраслевая
экономика (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 ФГБОУ 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
ФГКВ ОУ ВПО «Военный университет имени князя Александра Невского»
Минобороны России, доктор экономических наук, профессор

Содержание 5/2025 (86)

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

ОПЕРЕЖАЮЩАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАК УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА
Юркевич Е.В., Позднеев Б.М. 4

КОНЦЕПЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ
Куровский С.В., Мишин Д.А. 12

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И УСЛУГ

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТА ДЛЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ
Качко А.И. 21

ВОЗДУШНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
Антипова Т.Н., Тубольцев М.Н. 31

ХОЛОДОВАЯ ЦЕПЬ В РОССИИ: ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПОСТАВОК
Семакин Ф.Н., Гамаюнов И.А., Каплин М.А., Спиридонова А.А. 37

ОСОБЕННОСТИ МАРКИРОВКИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ
Иванилова И.Г. 44

ЭКОНОМИКА ИННОВАЦИЙ

ИНТЕГРАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ ГОСУДАРСТВЕННОЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В ПРОЕКТЫ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ
ТЕРРИТОРИИ
Ананьева-Губич Н.В. 51

ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОРГАНИЗАЦИИ И ПУТИ ЕЕ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ СМК
Миронова Н.В. 58

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ РОССИЙСКОЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
В УСЛОВИЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА
Пешков М.М. 63

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ КОМПАНИЙ ТЭК С ПРИМЕНЕНИЕМ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ
Гаврюшина А.И., Аронов И.З. 69

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ

БЕСПИЛОТНАЯ СИСТЕМА ПРОАКТИВНОГО МОНИТОРИНГА РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ
Бурый А.С., Шевкунов М.А. 75

МУЛЬТИАГЕНТНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ: МОДЕЛЬ ДОВЕРИЯ К ДЕЙСТВИЯМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ
Бурый А.С., Лопатин И.Н., Митрофанов А.Д., Папруга А.А. 83

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ, ТЕХНИЧЕСКОГО
ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ: МИРОВОЙ ОПЫТ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ
Квасницкий В.Н., Коллар С.Н. 92

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ПЫЛЬЦЕВОГО МОНИТОРИНГА
Лебедев Г.С., Юхновская Ю.Д., Гостеева Е.А., Родионов А.С., Боева О.С., Ханчук И.В., Яворская А.В., Флорен А.М., Сафарова Д.Д. 99

ДИССЕРТАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

РАЗРАБОТКА НЕЙРОННОЙ СЕТИ ТИПА GRU ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КАРДИОГРАММ
Лосев А.Ю. 104

ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И МОНИТОРИНГ В CALS-УПРАВЛЕНИИ ИЗДЕЛИЕМ
Мусина Г.Р. 110

ЦИФРОВИЗАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ИЗДЕЛИЯ
В АВИАСТРОЕНИИ
Оболенская Е.А., Одинокоев С.А. 117

ИНФОРМАЦИОННЫЙ КРИТЕРИЙ ДИСКРИМИНАЦИИ ЭМПИРИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ
Юдин С.В., Этова Е.В. 124

ОПЕРЕЖАЮЩАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАК УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Юркевич Е.В., профессор, д-р техн. наук, ФГБУ Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва

Позднеев Б.М., профессор, д-р техн. наук, Ассоциация «Цифровые инновации в машиностроении», Москва

Рассмотрены методологические аспекты влияния опережающей стандартизации на управление цифровой трансформацией технологических линий в отечественной промышленности. На примере национальных стандартов унифицированной архитектуры открытых платформ связи показано формирование важного тренда в построении автоматизированных систем управления технологическими линиями и создании перспективных цифровых производств. Представленные нормативные документы рассмотрены как база системы опережающих национальных стандартов в цифровой промышленности, имеющих значение управленческой парадигмы для формирования архитектуры умного (интеллектуального) производства RAMI 4.0.

Ключевые слова: опережающая стандартизация; промышленность; автоматизация; управленческая парадигма, цифровое производство; унифицированная архитектура открытых платформ связи.

Цитирование: Юркевич Е.В., Позднеев Б.М. Опережающая стандартизация как управленческая парадигма цифрового производства // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5 (86). С. 4–11.

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с национальными целями инновационного развития промышленности России рациональность стратегического планирования цифровой трансформации производственных процессов является важным условием для обеспечения технологического суверенитета страны и конкурентоспособности выпускаемой продукции [1]. Успешное развитие процессов цифровой трансформации промышленности должно основываться на комплексном решении ряда задач, одной из которых является разработка системы национальных стандартов для создания и управляемого развития экосистемы цифровой промышленности [2].

В настоящее время реализуются новые национальные проекты (НП), направленные на укрепление экономики страны, обеспечение технологического суверенитета и улучшение жизни граждан. Среди них выделим:

НП «Экономика данных и цифровая трансформация государства», цель которого – цифровая трансформация системы государственного управления, экономики и социальной сферы за счет обеспечения кибербезопасности, подготовки квалифицированных кадров для ИТ-отрасли,

цифрового госуправления, развития отечественных цифровых платформ, программного обеспечения, перспективных разработок и искусственного интеллекта [3];

НП «Средства производства и автоматизации», цель которого – обеспечение технологической независимости в области производства высокотехнологичных станков и повышение уровня промышленной роботизации.

Тенденция в расширении задач, решаемых средствами автоматизации производственных процессов, обуславливает необходимость разработки инновационных моделей высокотехнологичного оборудования, позволяющих создавать комплексы умных (интеллектуальных) производств. Можно полагать, что одним из наиболее существенных условий эффективности управления цифровой трансформацией технологических процессов является рациональность их нормативно-технического обеспечения.

Сегодня успешно формируется новая система национальных стандартов цифровой промышленности [2]. При этом важной задачей обеспечения системности в технологическом развитии различных отраслей хозяйственного комплекса страны является гармонизация национальных

нормативных документов с задачами достижения стратегических целей РФ, закрепленных Указом Президента РФ от 21.07.2020 № 474¹.

Среди проблем такой гармонизации предлагается выделять алгоритмизацию поддержки управления формированием экономики 4.0. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» определила наиболее стратегически важные тренды в создании и применении автоматизированных систем управления производственными комплексами [4].

Целью настоящей работы является концептуальное рассмотрение роли формируемых новых технологий для выявления дифференциального (локального с точки зрения времени) и интегрального (совокупного) выходного эффекта от управляющих воздействий на технологические комплексы. Такое рассмотрение ориентировано на сопоставление характеристик формируемых процессов с нормативными положениями, определяющими требования к цифровым технологиям. Основой для алгоритмизации этого сопоставления предполагается соответствующее информационное обеспечение, которое должно содержаться в целенаправленно формируемых базах данных.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К НОРМАТИВНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ

Важной особенностью введения такого управления является необходимость учета воздействия внешних факторов на сервисы – строители коммуникаций. Например, к числу базовых каналов связи строителя коммуникаций, можно отнести сервисы: анкетирования агентов (web-сервис, сайт-интегратора), систему электронных сообщений (обмен результатами мониторинга и настройки на «регламент/протокол» технологических процессов), систему автоматизации распределенного сбора информации (формирование консолидированных аналитических отчетов), многоагентные системы планирования и рассылки результатов мониторинга данных о техническом состоянии локальных информационных блоков и ряд других.

Практика введения информационных технологий в работу автоматизированных систем управления производством показывает, что с ростом количества функций, выполняемых технологическими средствами цифрового производства (ЦП), требуется расширение баз данных, позволяющих поддерживать его живучесть при отказе отдельных блоков. В качестве основы для создания таких баз и организации их применения предполагается использовать нормативное обеспечение, определяющее условия, не-

обходимые для реализации конструкторско-технологических проектов автоматизации управления производственными процессами.

Подход, использующий основные принципы стандартизации, установленные Федеральным законом от 29.06.2015 г. № 162-ФЗ², обусловлен необходимостью введения положений, определяющих допустимые воздействия внешних факторов на работу автоматизированных систем управления технологическими линиями. В этой связи важным принципом построения ЦП является обеспечение горизонтальной масштабируемости информационных систем с помощью использования открытой цифровой платформы с унификацией архитектуры ее построения.

Важной особенностью такой платформы является наличие в ее составе средств искусственного интеллекта (ИИ), определяющих возможность анализа больших массивов информации. Предполагается, что интеллектуальность этих средств должна проявляться в адаптивности к воздействиям внешних факторов. Наличие такой адаптивности во многом определяет формирование сообщений с учетом динамики параметров ЦП и дает возможность прогноза развития характеристик технологических линий.

Традиционно производство однотипной продукции может размещаться на площадках разных предприятий. Согласование этих производств обеспечивается созданием распределенных систем автоматизации, где базы данных также являются распределенными. Задачей нормативного обеспечения является формирование условий, необходимых для поддержания совместимости таких средств [5].

Существенным является тот факт, что требующиеся пользователю данные часто физически находятся на одном сервере, а обрабатывают на другом. В этом случае расходы на передачу данных могут превысить расходы на саму обработку. Поэтому одним из важнейших принципов проектирования ЦП является обеспечение локальности данных, обрабатываемых на ядре, на котором они хранятся. Такие факторы определяют требования к нормативному обеспечению автоматизации производства как к парадигме в управлении технологическими процессами.

Средства работы с распределенной системой обработки информации имеют возможность использовать алгоритмы параллельных вычислений больших объемов данных, вплоть до нескольких петабайт, с наборами в компьютерных кластерах. Например, цифровая обработка сигналов и распознавание естественного языка, машинное обучение, нейронные сети и сетевой анализ; прогнозная аналитика с использованием интерактивных возможностей в качестве исходных данных для дальнейшего анализа [6].

¹ Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».

² Федеральный закон от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».

Существенным аспектом является регламентация решений, часто принимаемых в настоящее время в зависимости от экспертного выбора стратегии. Такие решения во многом влияют на результаты управления производством. Введение нормативных ограничений фактически определяет методологию применения ситуационного подхода к управлению [7] формированием ЦП.

Важной особенностью регламентации характеристик организации технологических процессов в ЦП является формирование механизма выделения доверительных интервалов надежности взаимосвязей между элементами систем ИИ. Предлагаемый подход ориентирован на реализацию технологий, где особое внимание уделяется регламентации их функциональной надежности, которая определяется вероятностью достижения цели конкретного процесса.

Вследствие большого разнообразия характеристик ЦП формирование его нормативного обеспечения предлагается рассматривать как сложный процесс. На первом этапе ставится задача классификации ситуаций. На последующих этапах в качестве базовой для анализа и разрешения управленческих ситуаций может быть использована модель, основанная на идентификации источников управленческих ситуаций во внешней и внутренней среде предприятия при рассмотрении характеристик его технологического оснащения и принятии решений о стратегии его развития. Например, среди документов стратегического планирования, связанных с развитием промышленности, науки и технологий, можно выделить стратегию развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года³ и ряд других документов.

В перспективе для нормативного представления технологических возможностей управления формированием современного ЦП ставится задача разработки национальных стандартов: «Человеко-машинные интерфейсы для систем автоматизации процессов», «Методика оценки безопасности для систем промышленной автоматизации и управления», «Требования к программе обеспечения безопасности для поставщиков услуг в системах промышленной автоматизации и управления» и др. Такие стандарты должны предназначаться, например, для контроля за техническим состоянием продукции и качеством услуг, предоставляемых владельцами соответствующих активов.

НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАК ПРИМЕР УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Сегодня положение России на мировом рынке таково, что требуется постоянное ускорение развития техноло-

гий в ее хозяйственном комплексе. Важной особенностью цифровизации промышленности в России является недопустимость снижения темпов технологического перевооружения. В этой связи ставится проблема управления производственными циклами, согласно обоснованию парадигмы определяющей направленность технологического развития.

В настоящее время идет переход от этапа обсуждения «оценок полезности» цифровых технологий к этапу алгоритмизации управления ЦП [6]. Организация процессов цифровизации определяет одно из центральных направлений в технологическом развитии промышленных предприятий. Например, формирование цифровых технологий организации и управления производством предполагает переход на комплексную автоматизацию производства, которым должны управлять интеллектуальные системы, взаимодействующие с внешней средой в режиме реального времени.

Для оперативного построения технологических процессов требуется алгоритмизация работы горизонтальных и вертикальных связей в управлении технологическими линиями, а также на уровне предприятий и на отраслевом уровне. Ставится одна из важнейших проблем четвертой промышленной революции: создание многоуровневой интегрированной ИТ-инфраструктуры, изменяющей устоявшиеся модели и форматы взаимодействия между участниками цепочек разработки и серийного выпуска новой продукции.

Основой для обоснования парадигмы в управлении такими процессами, как повышение производительности труда, оптимизация использования производственных мощностей, становление индивидуального производства при сохранении эффективности работы, такой же, как при массовых сериях, может стать опережающая стандартизация [8], регламентирующая динамику применения ресурсов, представленных в доступной цифровой среде. Введение перспективных норм в системы управления предприятием определит направленность применения средств ИИ и, соответственно, адаптацию производства на основе анализа динамики рынка в реальном масштабе времени.

В настоящее время в соответствии с Национальной стратегией развития ИИ на период до 2030 года⁴ ряд организаций (например, Ассоциация цифровых инноваций в машиностроении, Институт проблем управления РАН и др.) разрабатывают проект комплекса стандартов «Цифровая промышленность. Унифицированная архитектура OPC».

Спецификации OPC (англ. Open Platform Communications, ранее – OLE for Process Control) являются одной из наиболее эффективных совокупностей программных технологий, которые предоставляют единый интерфейс для управле-

³ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 5 ноября 2020 г. № 2869-р «Об утверждении Стратегии развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года».

⁴ Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации».

ния устройствами промышленного производства и обмена данными [9]. Спецификации OPC были разработаны для создания универсального интерфейса в системах управления устройствами различного класса. Например, разработчики SCADA систем избавились от необходимости поддерживать сотни драйверов для различных устройств, а производители оборудования, добавив OPC-сервер, обрели уверенность в том, что их продукт может применяться пользователями любых систем диспетчерского управления и сбора данных (SCADA системах).

Технология OPC базируется на стандартах, описывающих работу с данными в открытых системах. В настоящее время весьма распространенным является стандарт OPC DA (Data Access). Он описывает в реальном времени набор функций обмена данными с программируемыми логическими контроллерами, распределенными системами управления, человеко-машинными интерфейсами, средствами с числовым программным управлением и другими устройствами. Стандарт OPC HDA (Historical Data Access) предоставляет доступ к уже сохраненным данным и истории; OPC AE (Alarms & Events) – функции уведомления об информационных сообщениях об аварийных ситуациях, действиях оператора и др.; OPC Batch – функции шагового и рецептурного управления технологическим процессом; OPC DX (Data eXchange) – функции создания шлюзов для обмена данными между устройствами и программами разных производителей организации с помощью обмена данными между OPC-серверами через сеть Ethernet; OPC Security – функции организации прав доступа клиентов к данным OPC-сервера; OPC XML-DA (XML-Data Access) – управляемый правилами формат обмена данными через XML, SOAP и HTTP; OPC Complex Data – дополнительные спецификации к OPC DA и XML-DA, которые позволяют серверам работать со сложными типами данных, такими как бинарные структуры и XML-документы. OPC Commands – набор программных интерфейсов, который позволяет OPC клиентам и серверам идентифицировать, посылать и контролировать команды, исполняемые в контроллере или модуле ввода-вывода [10].

Традиционно технологию OPC принято использовать для обмена данными между контроллерами и SCADA системой, а также в организации сложных систем на различных уровнях автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). В то же время стандарт OPC DA уже не удовлетворяет перспективным требованиям к развивающимся системам автоматизации. Применяемый на устаревших технологиях, он сложен в настройке и не соответствует современным стандартам безопасности [11].

Исходя из анализа современного положения российских предприятий на мировом рынке [12] в качестве наиболее перспективной спецификации, которая основана не на технологии Microsoft COM и предоставляет кроссплат-

форменную совместимость, предлагается рассматривать OPC UA (Unified Architecture). Такая технология OPC является платформонезависимой, так как базируется на открытых кроссплатформенных технологиях. Стандарт OPC UA определяет возможность шифрования данных и построения единых систем передачи данных от датчиков до Облака. Значительно расширяются возможности технологии передачи данных в реальном масштабе времени при совместном использовании OPC UA со стандартом передачи данных в реальном масштабе времени в детерминированных сетях Ethernet (TSN – Time-Sensitive Networking).

Так же, как все технологии OPC, технология кроссплатформенной совместимости OPC UA состоит из двух частей: OPC клиента и OPC сервера. ПО OPC сервера через драйверы устройств по полевым шинам опрашивает различные устройства. ПО OPC клиента обычно встроено в SCADA систему и предназначено для получения данных с OPC сервера.

В контексте решения проблем Индустрии 4.0 [13] нормы OPC UA возможно рассматривать как парадигму управления в системах автоматизации технологических процессов. Согласно такому подходу для каждого из технологических уровней АСУ ТП может быть применимым OPC-сервер, поставляющий данные OPC-клиенту на более высоком уровне или передающий эти данные соседнему устройству. Существенным достоинством OPC UA является то, что для поддержания работы в реальном масштабе времени вместо модели клиент/сервер технология, построенная на данном стандарте, может использовать модель издатель/подписчик совместно с технологией TSN. Модель клиент/сервер хорошо работает в случае подключения точка-точка, но если устройств становится много, то появляются задержки в обновлении данных. Модель издатель/подписчик обеспечивает связь от одного ко многим и от многих ко многим. Сервер отправляет свои данные в сеть, и их может получать каждый клиент.

В целом, стратегические цели РФ, законодательно закрепленные Указом Президента РФ от 21.07.2020 № 474⁵, определили важность проекта комплекса стандартов «Цифровая промышленность. Унифицированная архитектура OPC» для методологического и нормативно-технического понимания и применения требований в области разработки аппаратно-программных средств для обмена данными в промышленных сетях и системах управления и контроля технологическими процессами в ЦП.

В предлагаемом нами комплексе стандартов «Цифровая промышленность. Унифицированная архитектура OPC» учитывается концептуальное видение проблемы развития

⁵ Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».

цифровой трансформации ключевых отраслей промышленности на основе стандартизации в применении технологий ИИ. В проекте этой серии национальных стандартов дается концептуальное представление инвестирования в ИТ-инфраструктуру и управление процессами цифровой трансформации в ключевых отраслях промышленности на основе применения технологий ИИ. К таким технологиям предлагается относить реализацию решений, обеспечивающих направленность развития средств по обработке массивов данных с учетом оценок возможностей динамики этих средств, определенных комитетами по стандартизации в сфере цифрового развития.

Так, согласно Указу Президента РФ от 01.12.2016 № 642⁶ Координационный Совет председателей национальных и межгосударственных технических комитетов по стандартизации в области цифрового развития и Российский союз промышленников и предпринимателей (РСПП) для обеспечения безопасности передачи данных в системах цифрового производства предлагает создание перспективных национальных стандартов, учитывающих динамику российского уровня технологий связи. В качестве прототипов таких публикаций предлагается рассматривать:

- IEC 61987-1:2024 RLV «Измерения и управление в производственных процессах. Структуры и элементы данных в каталогах производственного оборудования. Часть 1. Общие структуры для измерительного оборудования»;
- IEC 61784-3-19:2024 «Сети промышленной связи. Профили. Часть 3-19: Полевые шины функциональной безопасности. Дополнительные спецификации для CPF 19»;
- IEC 63082-2:2024 «Интеллектуальное управление устройствами. Часть 2: Требования и рекомендации».

С целью обеспечения импортонезависимости отечественного производства в проект разработки системы стандартов в ЦП предлагается включить серию национальных стандартов «Цифровая промышленность. Унифицированная архитектура OPC». Проект разрабатывается как неэквивалентная версия международных стандартов IEC 62541 «OPC unified architecture» и соответствует основополагающим российским национальным стандартам в области ЦП. В настоящее время в данную серию входят:

1. Принятые стандарты (ГОСТ Р 71806–2024 Цифровая промышленность (ЦП). Унифицированная архитектура OPC. Часть 1)⁷.

2. Разрабатываемые национальные стандарты (ГОСТ Р ЦП. Унифицированная архитектура OPC. Части 7–14, всего 8 стандартов).

Комплекс таких стандартов должен являться российской версией международных стандартов IEC/ISO и соответствовать нормам основополагающих национальных стандартов в области цифровой промышленности, определяемым «Сводной стратегией развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 года и на период до 2035 года»⁸ и другими документами планирования в развитии промышленности, науки и технологий.

ПРОБЛЕМА СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЕДИНЫЙ ТРЕНД В РАЗВИТИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЦП

Резолюция XXXIV Съезда Российского союза промышленников и предпринимателей от 18.03.2025 определила: «В сфере технического регулирования для решения задачи обеспечения технологической независимости, в том числе путем формирования единых стандартов в сфере информационных технологий, необходимо обеспечить... дополнение Методических рекомендаций по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием в части включения в них национальных и межгосударственных стандартов по: моделированию процессов и единой ИТ-архитектуре; унификации данных и информационному обмену; требованиям по функциональности, информационной безопасности, производительности, совместимости (интеграции) программных продуктов и решений».

В настоящее время накопился серьезный опыт организации и проведения названных работ. Например, в ИПУ РАН начиная с 1960-х годов под руководством чл.-корр. АН СССР Б.С. Сотскова отработывался принцип унификации средств первичной информации при построении систем автоматизации производственных процессов. В результате была принята ГСП (Государственная система приборов и средств автоматизации). Лидером этого направления стал ИАТ АН СССР (теперь ИПУ РАН). В 1980-е годы появились возможности введения в приборы первичной информации логики и контроллеров. Появился новый класс приборов, объединенный в ГСП-2 (научный руководитель акад. В.А. Трапезников).

Можно полагать, что в соответствии с положениями Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», упомянутой выше, весьма своевременным является создание системы нормативных документов ГСП-3, определяющей основной тренд развития цифро-

⁶ Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».

⁷ На данный момент принято и введены в действие 6 частей: (ГОСТ Р 71806–2024 – ГОСТ Р 71811–2024).

⁸ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 6 июня 2020 г. № 1512-р.

вого производства во всех отраслях хозяйственного комплекса страны.

Наряду с требованиями к средствам автоматизации технологических линий документы ГСП-3 должны регламентировать обеспечение надежности информационных связей между элементами производственных комплексов. Упреждающая стандартизация средств защиты информации в цифровых технологических процессах явится одним из важных факторов в согласовании стратегически важных трендов на каждом из направлений обеспечения эффективности управления формированием Индустрии 4.0.

Нормативное обеспечение, определяющее требования к перспективным средствам защиты информации, передаваемой в технологических линиях, должно стать действенным инструментом обеспечения надежности цифровых производств фиксированного назначения.

В качестве основы для решения таких задач предлагается рассматривать разработанные под руководством Ассоциации цифровых инноваций в машиностроении (АЦИМ) в 2024 году национальные стандарты, определяющие ряд норм работы с базами данных в цифровых производствах. Исполнителем является Технический Комитет по стандартизации (ТК 306). Продолжением этих работ станет формирование упреждающих национальных стандартов на цифровые производства, внесенных в Программу национальной стандартизации на 2025 год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современный уровень организации использования технологического оборудования предполагает рассматривать цифровизацию предприятий как процесс, сокращающий простои производственного оборудования, снижающий затраты на его техническое обслуживание, повышающий производительность, сокращающий продолжительность производственного цикла и издержки на содержание резервов. Повышение гибкости производства как результат его цифровизации позволяет быстро адаптироваться к изменению воздействий внешних факторов за счет перенастройки и динамичного изменения характеристик производственного процесса. Такая гибкость создает для бизнеса конкурентное преимущество, позволяет улучшить качество обслуживания и удовлетворенность клиентов.

Комплексы компьютерных сетей и связанного с ними производственного оборудования с датчиками и контроллерами должны включать в себя средства промышленного интернета вещей, необходимого для сбора информации и обмена данными. При этом цифровые двойники как виртуальные модели должны описывать все процессы и взаимосвязи как отдельного объекта, так и производства в целом.

В технологии цифровизации применение нейросети позволит обрабатывать большие данные, в том числе неструктурированную информацию, а интеллектуальные системы, способные ее анализировать, будут делать прогнозы и находить возможности для оптимизации принимаемых решений. Таким образом, нормы, определенные в серии опережающих стандартов, содержащих требования к унифицированной архитектуре открытой платформы автоматизации OPC UA, могут рассматриваться как парадигма для управления формированием ЦП, играющим существенную роль в инновационном развитии отечественной промышленности.

С учетом предварительного обсуждения и рекомендаций Координационного Совета национальных и межгосударственных технических комитетов по стандартизации в области цифрового развития, созданного в структуре Комитета РСПП по промышленной политике и техническому регулированию, проекты стандартов ГСП-3 предлагается внести в положения Программы национальной стандартизации, закрепленные за техническим комитетом «Измерения, управление и автоматизация в промышленных процессах».

Дальнейшее развитие серии национальных стандартов в области OPC UA имеет важное значение для реализации новых национальных проектов («Экономика данных», «Средства производства и автоматизации» и др.) и создания нового поколения высокотехнологичного оборудования и автоматизированных комплексов, составляющих основу цифровых производств. Цифровизация в разы снижает аварийность на производстве. Благодаря непрерывному контролю она позволит существенно повысить уровень защиты работников, снизить травматизм и влияния вредных производственных факторов. В целом применение опережающей стандартизации в управлении формированием ЦП в промышленности позволит сделать важный шаг к направленному расширению возможностей средств автоматизации и роботизации технологических процессов. В результате сократится влияние человеческого фактора, сократятся потери рабочего времени, уменьшится количество брака, повысится скорость передачи и обработки информации, скорость принятия решений и качество продукции.

**Рецензент: Бурый Алексей Сергеевич, доктор технических наук, эксперт РАН, заместитель начальника отдела ФГБУ «Институт стандартизации», г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: a.s.burji@gostinfo.ru**

Список использованных источников и литературы

1. Яркова Т.М. Обзор инновационного развития промышленности в России // Вопросы инновационной экономики. 2025. Т. 15, № 2. С. 489–504.
2. Бабенко Е.В., Позднеев Б.М. Разработка и применение новой системы национальных стандартов для цифрового развития промышленности // Инновации в менеджменте. 2024. № 1 (39). С. 72–79.
3. Демидов А.В. Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства» как инструмент укрепления цифрового суверенитета России // Наукосфера. 2024. № 4–2. С. 357–360.
4. Головин С.А., Лоцманов А.Н., Позднеев Б.М. Стратегия информационного обеспечения эффективного вхождения промышленности России в современные условия // Стандарты и качество. 2020. № 7. С. 68–73.
5. Юркевич Е.В., Крюкова Л.Н. Проблемы нормативного обеспечения функциональной надежности цифрового производства // Надежность. 2024. № 3. С. 52–60.
6. Позднеев Б.М. Цифровые инновации – основа формирования нового облика отечественного машиностроения // Стандарты и качество. 2021. № 3. С. 50–52.
7. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. – М.: Наука, 1986. – 284 с.
8. Гелетий А.Н. Повышение эффективности взаимодействия национальных и корпоративных стандартов цифровой экономики // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2018. № 6 (46). С. 155–170.
9. Sim W., Song B., Shin J., Kim T. Data distribution service converter based on the open platform communications unified architecture publish-subscribe protocol // Electronics. 2021. Т. 10, № 20. С. 2524.
10. Агафонов А.А., Юмаганов А.С. Безопасность систем баз данных: учебное пособие. – Самара: Изд. Самарского университета, 2023. – 272 с.
11. Савчиц А.В., Деревянкин С.Э. Обзор стандарта OPC в технологии информационного обмена данными // Наукосфера. 2021. № 5–2. С. 101–106.
12. Анциферов И.Ю. Автоматизированные системы управления в России в 2023 году: проблемы и тенденции // Молодой ученый. 2024. № 3 (502). С. 1–4.
13. Аронов И.З., Бурый А.С., Рыбакова А.М. Умная экономика замкнутого цикла: основа цифровых стратегий производственных компаний. Часть 1. Технологическая синергия Индустрии 4.0 // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 4 (68). С. 54–63.

ADVANCED STANDARDIZATION AS A CONTROL PARADIGM FOR THE DIGITAL PRODUCTION

Yurkevich E.V., Professor, Doctor of Technical Sciences, V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences RAS, Moscow

Pozdneev B.M., Professor, Doctor of Technical Sciences, Association "Digital Innovations in Machine Building", Moscow

The article considers the methodological aspects of presenting advanced standardization as a paradigm for managing the digital transformation of technological lines in the domestic industry. Using the example of national standards of unified OPC architecture, the article shows the formation of an important trend for the construction of automated control systems of technological lines and the creation of advanced digital industries. The presented normative documents are as the basis of the system of advanced national standards in the digital industry, which has the importance of the management paradigm for the formation of the architecture of smart (intelligent) production RAMI 4.0.

Keywords: national standards; industry; automation; control, digital production; unified OPC architecture.

For citation: Yurkevich E.V., Pozdneev B.M. Advanced standardization as a control paradigm for the digital production. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 5 (86): 4–11. (In Russ.).

References

1. Yarkova T.M. Obzor innovacionnogo razvitiya promyshlennosti v Rossii. Voprosy innovacionnoj ekonomiki. 2025. Vol. 15, no. 2, pp. 489–504. (In Russ.).
2. Babenko E.V., Pozdneev B.M. Razrabotka i primenenie novoy sistemy nacional'nyh standartov dlya cifrovogo razvitiya promyshlennosti. Innovacii v menedzhmente. 2024, no. 1 (39), pp. 72–79. (In Russ.).
3. Demidov A. V. Nacional'nyj proekt «Ekonomika dannyh i cifrovaya transformaciya gosudarstva» kak instrument ukrepleniya cifrovogo suvereniteta Rossii. Naukosfera. 2024, no. 4-2, pp. 357–360. (In Russ.).
4. Golovin S.A., Lotsmanov A.N., Pozdneev B.M. Strategiya informacionnogo obespecheniya effektivnogo vhozhdeniya promyshlennosti Rossii v sovremennye usloviya. Standarty i kachestvo. 2020, no. 7, pp. 68–73. (In Russ.).
5. Yurkevich E.V., Kryukova L.N. Problemy normativnogo obespecheniya funkcional'noj nadezhnosti cifrovogo proizvodstva. Nadezhnost'. 2024, no. 3, pp. 52–60. (In Russ.).
6. Pozdneev B.M. Cifrovye innovacii – osnova formirovaniya novogo oblika otechestvennogo mashinostroeniya. Standarty i kachestvo. 2021, no. 3, pp. 50–52. (In Russ.).
7. Pospelov D.A. Situacionnoe upravlenie: teoriya i praktika. Moscow: Nauka Publ., 1986, 284 p.
8. Geletij A.N. Povyshenie effektivnosti vzaimodejstviya nacional'nyh i korporativnyh standartov cifrovoy ekonomiki. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2018, no. 6 (46), pp. 155–170. (In Russ.).
9. Sim W., Song B., Shin J., Kim T. Data distribution service converter based on the open platform communications unified architecture publish–subscribe protocol. Electronics. 2021. Vol. 10, no. 20, Art. 2524.
10. Agafonov A.A., Yumaganov A.S. Bezopasnost' sistem baz dannyh: uchebnoe posobie. Samara: Izd. Samarskogo universiteta Publ., 2023. 272 p. (In Russ.).
11. Savchic A.V., Derevyankin S.E. Obzor standarta OPC v tekhnologii informacionnogo obmena dannyimi. Naukosfera. 2021, no. 5-2, pp. 101–106. (In Russ.).
12. Antsiferov I.Yu. Avtomatizirovannye sistemy upravleniya v Rossii v 2023 godu: problemy i tendencii. Molodoj uchenyj. 2024, no. 3 (502), pp. 1–4. (In Russ.).
13. Aronov I.Z., Buryi A.S., Rybakova A.M. Umnaya ekonomika zamknutogo cikla: osnova cifrovyyh strategij proizvodstvennyh kompanij. Part 1. Tekhnologicheskaya sinergiya Industrii 4.0. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2022, no. 4 (68), pp. 54–63. (In Russ.).

КОНЦЕПЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Куровский С.В., руководитель научно-исследовательского подразделения ООО «Высшая Школа Образования», г. Одинцово

Мишин Д.А., руководитель редакционно-издательского отдела ООО «Высшая Школа Образования», г. Одинцово

Актуальность данного научного исследования обусловлена существующими проблемами в сфере информационного обеспечения стандартизации процессов на нефтегазовых предприятиях: низкий уровень информативности существующих стандартов нефтегазовых процессов, зачастую применение устаревших либо искаженных данных, отсутствие комплексных, эффективных мер улучшения информационного обеспечения стандартизации процессов на нефтегазовых предприятиях, низкий уровень методического и организационного обеспечения стандартизации нефтегазовых процессов, высокая длительность производственных простоев, выполнения ремонтных работ нефтегазового оборудования, вывода нефтепродуктов на современный рынок на фоне необходимости оптимизации времени при принятии согласованных конструкторских и технологических решений.

Основные результаты научного исследования: выявлены особенности информационного обеспечения стандартизации процессов на нефтегазовых предприятиях на базе IT-системы PLM; охарактеризована стандартизация эксплуатации оборудования технологических процессов на нефтегазовых предприятиях; приведена концепция информационного обеспечения стандартизации процесса технологической подготовки нефтегазового производства.

Ключевые слова: концепция информационного обеспечения; стандартизация процессов; нефтегазовые предприятия; технологические процессы; методическое и организационное обеспечение.

Цитирование: Куровский С.В., Мишин Д.А. Концепция информационного обеспечения стандартизации процессов на нефтегазовых предприятиях // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5 (86). С. 12–20.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях развитие телекоммуникационных, информационных, цифровых технологий выступает одним из ключевых условий увеличения конкурентоспособности производимых продуктов, а также национальной экономической устойчивости, так как цифровая трансформация процессов является составляющей производственных отраслей [1]. Для РФ значимым аспектом являются цифровые преобразования нефтегазового производства, так как именно нефтегазовая промышленность создает материально-техническую основу ускорения научно-технического прогресса, производственного перевооружения национального хозяйства, а также позволяет контролировать условия конкурентной среды для обрабатывающих производств, что обеспечивает стабильное функционирование отечественных организаций [2].

На этапе реформирования систем информационного и технического регулирования производственных процес-

сов в РФ и активной цифровой трансформации промышленной среды ключевым компонентом практического осуществления эффективной макроэкономической политики и устойчивого функционирования нефтегазового сектора является стандартизация [3]. Важным и перспективным направлением стандартизации выступает увеличение степени качества информационного обеспечения функциональных и организационных звеньев системы, к которым также относятся подразделения стандартизации в компаниях [4].

Концептуализация информационного обеспечения стандартизации обусловлена комплексом информационных услуг и ресурсов, которые нужны для эффективного решения задач в сфере стандартизации процессов в нефтегазовом производстве. Степень качества информационного обеспечения стандартизации представляет собой уровень соответствия утвержденных характеристик информационного обеспечения стандартизации в нефтегазовых компаниях нормативным требованиям [5].

Важность увеличения уровня надежности и долговечности эксплуатируемого нефтегазового оборудования, эффективности его практического применения, в том числе технического и ремонтного обслуживания, определяется воздействием текущего технического состояния основных средств нефтегазовых организаций на их общую результативность и степень качества нефтяных продуктов. В настоящее время возрастает зависимость нефтегазовых организаций от эффективности работы подразделений, ответственных за поддержание работоспособности нефтегазового оборудования, информационное обеспечение технологических процессов, а также минимизацию затрат на ремонтное обслуживание основных средств в нефтегазовых организациях. Вместе с тем стоит отметить, что работоспособность основных средств нефтегазового производства детерминирована системой эксплуатации технологического оборудования. Ее структура, а также содержание ремонтных работ должны способствовать комплексному обеспечению работоспособности нефтегазового оборудования в условиях минимизации производственных потерь в связи с простоями и издержек на ремонтное обслуживание.

Указанные обстоятельства определяют значимость ремонтных подразделений нефтегазовых организаций в обеспечении производства нефтепродуктов и транспортировки газовых ресурсов. Однако степень технической оснащенности ремонтных подразделений, управления ремонтным обслуживанием технологического оборудования меньше по сравнению со службами нефтегазового производства. Соответственно, увеличивается трудоемкость комплексных и внеплановых ремонтных работ. В условиях комплексного ремонтного обслуживания осуществляется восстановление разных составляющих (электронных, механических) нефтегазового оборудования, увеличивается значение издержек по статьям ремонта, а также осуществляется существенный перерасход материальных, технических, финансовых ресурсов. Это выступает последствием того, что длительное время ремонтным подразделениям нефтегазовых организаций (вспомогательным службам) уделялось внимания меньше, чем нефтегазовому производству.

1. ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА СТАТЬИ

Актуальность данного научного исследования обусловлена существующими проблемами в сфере информационного обеспечения стандартизации процессов на нефтегазовых предприятиях [6–10]:

1. Низкий уровень информативности существующих стандартов нефтегазовых процессов.
2. Зачастую применение устаревших либо искаженных данных.

3. Усиление в отраслевой среде асимметрии информации.
4. Недостаток выявления информационных потребностей стейкхолдеров нефтегазовых предприятий.
5. Нет комплексных, эффективных мер улучшения информационного обеспечения стандартизации процессов на нефтегазовых предприятиях.
6. Низкий уровень методического и организационного обеспечения стандартизации нефтегазовых процессов.
7. Высокая длительность производственных простоев, выполнения ремонтных работ нефтегазового оборудования, вывода нефтепродуктов на современный рынок на фоне необходимости оптимизации времени при принятии согласованных конструкторских и технологических решений.

В сфере теории и практики организации и управления ремонтными подразделениями возникло значительное число научно-исследовательских работ, посвященных поддержанию работоспособного состояния технологического оборудования в нефтегазовых производствах. Тем не менее, не проработанными до конца остаются следующие вопросы:

1. Не проработан индикатор эффективности организации и управления ремонтными подразделениями в нефтегазовой отрасли, что усложняет обоснование планируемых технических и ремонтных работ, выявление ресурсов, способных обеспечить работоспособное состояние основных средств, издержек на приобретение материалов, использование запчастей, вспомогательного сырья.
2. Методы управления материальными, техническими, кадровыми и финансовыми ресурсами ремонтных подразделений нефтегазовых организаций при возникновении аварийной ситуации, отказе в работе технологического оборудования. В данном случае требуется комплексное восстановление основных средств командой, состоящей из электронщиков, электромонтеров, главного инженера, механиков. В конечном итоге повышается длительность проведения ремонтного обслуживания нефтегазового оборудования, возникают потери при осуществлении основных производственных процессов на фоне вынужденных простоев.

Вышеизложенное определяет актуальность стандартизации управления материальными, техническими, кадровыми и финансовыми ресурсами ремонтных подразделений нефтегазовых организаций при эксплуатации оборудования, технологических процессов.

В ходе управления этапом подготовки нефтегазового производства ключевой проблемой выступает оптимизация рабочего времени при принятии согласованных конструкторских и технологических решений. Нерешенная проблема

способствует повышению длительности вывода нефтепродуктов на современный рынок. Для того чтобы оптимизировать процессы технологической и конструкторской подготовки нефтегазового производства, целесообразно создать управленческий механизм, дающий возможность разработать IT-компонент в имеющемся стандарте работы нефтегазовых организаций. Этот компонент должен быть взаимосвязан с алгоритмом принятия обоснованных, взвешенных конструкторских и технологических решений путем взаимодействия структурных подразделений.

Цель научного исследования – формулирование концептуальной модели информационного обеспечения стандартизации процессов на нефтегазовых предприятиях.

В соответствии с поставленной целью в рамках научного исследования необходимо решить следующие задачи:

1. Выявить особенности информационного обеспечения стандартизации процессов на нефтегазовых предприятиях на базе IT-системы PLM.
2. Охарактеризовать стандартизацию эксплуатации оборудования технологических процессов на нефтегазовых предприятиях.
3. Привести концепцию информационного обеспечения стандартизации процесса технологической подготовки нефтегазового производства.

2. ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ НА БАЗЕ IT-СИСТЕМЫ PLM

Для того чтобы решить такие проблемы, как низкий уровень информативности существующих стандартов нефтегазовых процессов, зачастую применение устаревших либо искаженных данных, усиление в отраслевой среде асимметрии информации, недостаток выявления информационных потребностей стейкхолдеров нефтегазовых предприятий, низкий уровень методического и организационного обеспечения стандартизации нефтегазовых процессов, нет комплексных, эффективных мер улучшения информационного обеспечения стандартизации процессов на нефтегазовых предприятиях, поэтому предлагается информационное обеспечение стандартизации процессов на нефтегазовых предприятиях на базе IT-системы PLM (управление циклом нефтепродуктов).

Ключевая особенность IT-системы PLM – комплексность управленческого подхода к нефтегазовому производству. Посредством указанной IT-системы можно регулировать состояние нефтепродуктов на каждой стадии цикла, начиная с добычи и завершая рыночной реализацией. В данном случае IT-система PLM – это метод информационных вза-

имодействий субъектов, инструмент информационного управления нефтегазовой организацией. Тем не менее, ее практическое применение, как правило, сочетается с иными технологическими решениями, интегрированными в производственную модель нефтегазовой компании [11].

Обеспечение эффективной работы IT-системы PLM в нефтегазовом производстве ориентировано на получение перечисленных ниже преимуществ:

1. Уменьшение финансовых и временных издержек в ходе добычи, транспортировки и производства нефтепродуктов.
2. Цифровизация документооборота, применение электронных данных в нефтегазовом производстве.
3. Увеличение профессиональных компетенций, практических знаний кадров в области ведения и осуществления электронного документооборота.
4. Рост скорости информационных и материальных потоков внутри нефтегазовых организаций.
5. Совершенствование степени качества конечных нефтепродуктов [12–14].

Для формирования концепции информационного обеспечения стандартизации процессов на нефтегазовых предприятиях на базе IT-системы PLM был принят принцип постоянной поддержки подразделения стандартизации в нефтегазовых организациях, а также технологических процессов общего цикла изготовления нефтепродуктов. Цифровые информационные взаимодействия субъектов производственного цикла нефтепродуктов осуществляются в информационной среде, интегрированной в модель функционирования нефтегазовых организаций. Эта информационная среда состоит из нескольких значимых элементов:

- рабочий сервер баз информационных данных;
- клиентское приложение IT-системы PLM;
- сервер приложений;
- программно-техническое обеспечение клиентов.

Исходя из авторской концепции информационного обеспечения стандартизации процессов на нефтегазовых предприятиях на базе IT-системы PLM итоговые результаты работы подразделения стандартизации в нефтегазовых организациях, а также технологических процессов общего цикла изготовления нефтепродуктов импортируются в рабочий сервер баз информационных данных.

На рис. 1 проиллюстрирована концепция информационного обеспечения стандартизации процессов на нефтегазовых предприятиях на базе IT-системы PLM.

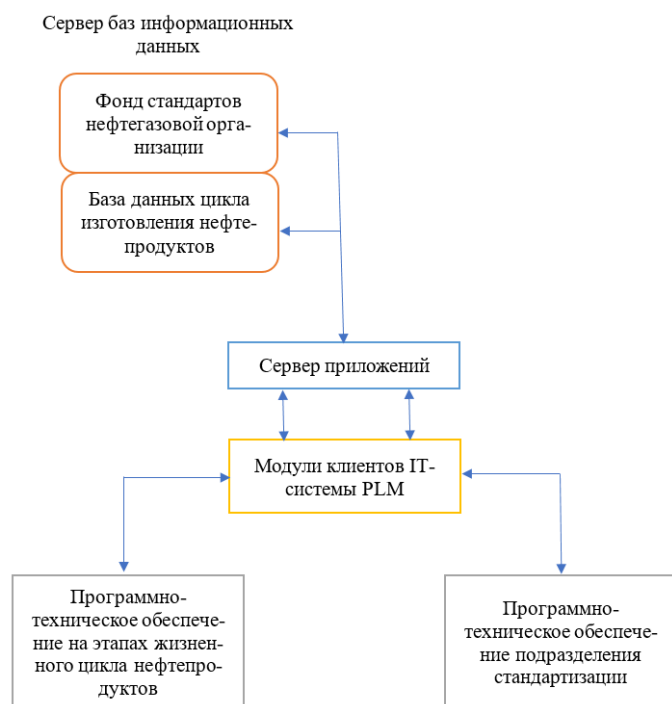


Рис. 1. Концепция информационного обеспечения стандартизации процессов на нефтегазовых предприятиях на базе IT-системы PLM (источник: составлено авторами)

На основе вышеизложенного особенности информационного обеспечения стандартизации процессов на нефтегазовых предприятиях на базе IT-системы PLM следующие:

1. Наглядность и простота: формирование понятного и доступного для каждого работника нефтегазовой организации подразделения стандартизации технологических процессов, что совершенствует традиционную модель коммуникаций и информационных взаимодействий между участниками нефтегазового производства.
2. Универсальность подхода к информационному обеспечению стандартизации нефтегазовых процессов.
3. Практикоориентированность и адекватность авторской концептуальной модели.

3. СТАНДАРТИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Концептуальная модель управления качеством в нефтегазовом производстве позволяет рассматривать его в качестве согласованной единой сети различных по типам процессов [15]. Помимо основных процессов, основополагающую роль играют также вспомогательные (обслуживающие) процессы, которые обусловлены ремонтным и техническим обслуживанием эксплуатируемого оборудования нефтегазовых процессов. Система эксплуатации оборудо-

вания технологических процессов на нефтегазовых предприятиях представляет собой совокупность исполнителей, документов ремонтного и технического обслуживания используемого оборудования, средств восстановления и поддержания достаточно высокого уровня качества основных средств. Эксплуатация оборудования технологических процессов выступает одним из компонентов нефтегазового производства в организациях, способствует обеспечению эффективной организационно-производственной деятельности нефтегазовых компаний [16].

Ключевые задачи эксплуатации основных средств в нефтегазовом производстве:

1. Обеспечение устойчивой работы всей производственной системы, в частности основного нефтегазового производства.
2. Максимизация производственной загрузки.
3. Оптимальное применение материальных и технических ресурсов.

В целях стандартизации эксплуатации оборудования, технологических процессов на нефтегазовых предприятиях целесообразно использовать процессный управленческий подход. Это подразумевает осуществление подробного анализа технологического оборудования, выявление содержания технологических процессов в нефтегазовом производстве, их целей, владельцев, руководителей и исполнителей, входящих и исходящих информационных и материальных потоков, производственных ресурсов, нормативов нефтегазового производства, количественных измерителей результативности технологических процессов, характеристик потребительской аудитории и поставщиков.

Принципы увеличения управляемости эксплуатации оборудования, позволяющего осуществлять технологические процессы в нефтегазовом производстве:

1. Существование реальных руководителей и исполнителей технологических процессов.
2. Наличие достаточного объема материальных, технических, кадровых, информационных и финансовых ресурсов.
3. Существование документированных процедур нефтегазового производства (технологий, информационных стандартов, методологий, инструкций).
4. Формирование IT-системы для сбора объективных данных об осуществлении технологических процессов, их количественных индикаторах, о степени удовлетворенности потребительской аудитории, а также об основных характеристиках нефтепродуктов.

При плановом капитальном и текущем ремонтном обслуживании нефтегазового оборудования появляется потребность в распределении производственных нарядов среди сотрудников ремонтного подразделения, утверждении алгоритма проведения ремонтных работ, анализе трудоемкости обслуживания нефтегазового оборудования, выявлении временных интервалов ремонтного цикла.

В случае внепланового ремонтного обслуживания основных средств нефтегазовых организаций в производственный план добавляются срочные работы, связанные с восстановлением режима работы нефтегазового оборудования. При этом достаточно высокую значимость имеет последовательность действий ремонтных подразделений, направленная на возобновление работы технологического оборудования, на основе согласования календарных планов ремонтных работ и эксплуатации основных средств.

4. КОНЦЕПЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Проектирование модульного обеспечения, автоматизирующего ведение документооборота, базируется на математическом моделировании конкретных нефтегазовых процессов [17, 18]. В современных условиях имеется значительное число информационных стандартов, позволяющих увеличить результативность ресурсного управления [19, 20]. Наиболее распространенными информационными стандартами выступают:

1. TQM (комплексное управление качеством нефтегазового производства).
2. MRP (управление материальными потоками).
3. MRP II (управление материальными и техническими ресурсами нефтегазового производства). Усовершенствованная методология информационного стандарта изображена на рисунке 2.
4. ERP (ресурсное управление нефтегазовой организацией).

Методология MRP II ориентирована на оптимальное управление материальными и техническими ресурсами нефтегазового производства при помощи прогнозирования ресурсов, бизнес-планирования и регулирования стадий нефтегазового производства. В целом, методология MRP II может обеспечить эффективное и своевременное решение задач, связанных с бизнес-планированием, планированием нефтегазового производства, потребительского спроса, объема продаж. Это совокупность практик, принципов, управленческих процедур, практическое осуществление которых приводит к совершенствованию ин-



Рис. 2. Усовершенствованная методология информационного стандарта управления материальными и техническими ресурсами нефтегазового производства (источник: составлено авторами)

дикаторов организационно-экономической деятельности нефтегазовых компаний.

При планировании потребностей в материалах целесообразно придерживаться информационных стандартов производства нефтяных трубопроводов, их испытаний в нефтегазовой отрасли, нормативных требований к управлению качеством при совершении нефтегазовых производственных операций, в частности, технологических процессов нефтепереработки.

Вместе с тем для увеличения эффективности управления материальными и техническими ресурсами нефтегазового производства, а также сокращения длительности производственных простоев, выполнения ремонтных работ нефтегазового оборудования, выведения нефтепродуктов на современный рынок на фоне необходимости оптимизации времени при принятии согласованных конструкторских и технологических решений необходимо внедрить IT-компонент в существующую цифровую среду нефте-

газовых организаций, включающий в свою очередь комплекс составляющих:

1. Стратегическое управление нефтегазовой организацией:

- стратегическое бизнес-моделирование;
- карта системы сбалансированных параметров;
- хранилище данных, сбор, обработка данных.

2. Основные данные:

- структура рабочих мест;
- покупатели и поставщики.

3. Технологическая и конструкторская подготовка нефтегазового производства:

- разработка и использование информационных стандартов;
- нормирование;
- формирование технологической карты;
- стандартный пользовательский интерфейс, включающий IT-системы CAE, CAD.

4. Планирование нефтегазового производства:

- необходимая производственная мощность;
- первичная потребность в производственных мощностях;
- наличная производственная мощность.

5. Детальное планирование материальных и технических ресурсов:

- резервирование материалов на складе;
- календарный график продаж;
- календарный график производственной загрузки.

6. Управление нефтегазовым производством:

- проектное нефтегазовое производство;
- оперативное управление нефтегазовым производством;
- подтверждение фактических результатов.

Интеграция приведенного управленческого механизма способствует созданию эффективно работающего IT-модуля

технологической и конструкторской подготовки нефтегазового производства. В свою очередь, он позволит интегрировать производственно-технологический и конструкторский отдел в единую цифровую среду.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резюмируя вышеизложенное, были выявлены особенности информационного обеспечения стандартизации процессов на нефтегазовых предприятиях на базе IT-системы PLM следующие: наглядность и простота (формирование понятного и доступного для каждого работника нефтегазовой организации подразделения стандартизации технологических процессов, что совершенствует традиционную модель коммуникаций и информационных взаимодействий между участниками нефтегазового производства); универсальность подхода к информационному обеспечению стандартизации нефтегазовых процессов; практико-ориентированность и адекватность авторской концептуальной модели. Представленная концепция может стать основой всестороннего исследования и решения имеющихся сложностей в работе подразделения стандартизации нефтегазовых процессов, увеличения степени качества нефтепродуктов, отраслевой конкурентоспособности нефтегазовых организаций.

Приведена концептуальная модель информационного обеспечения стандартизации процесса технологической подготовки нефтегазового производства, основанная на необходимости внедрения управленческого механизма, способствующего созданию эффективно работающего IT-модуля технологической и конструкторской подготовки нефтегазового производства, представленного в данной статье. В свою очередь, он позволит интегрировать производственно-технологический и конструкторский отдел в единую цифровую среду.

**Рецензент: Бурый Алексей Сергеевич, доктор технических наук, эксперт РАН, заместитель начальника отдела ФГБУ «Институт стандартизации», г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: a.s.burji@gostinfo.ru**

Список использованных источников и литературы

1. Дривольская Н.А., Моложавенко О.А. Цифровизация промышленности как фактор устойчивого развития производства // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 9-1. С. 74–77.
2. Харисов Р.А., Зайнуллин Р.С. Оценка механической активации процессов разрушения труб в водородсодержащих средах // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2013. № 4 (94). С. 97–104.
3. Зайнуллин Р.С., Харисов Р.А., Мухаметзянов А.Н. Оценка влияния низких температур на трещиностойкость сталей, применяемых в нефтегазовой отрасли // Нефтяное хозяйство. 2017. № 10. С. 116–119.
4. Порсев К.И., Иванова В.А. Управление знаниями в системе информационного обеспечения службы стандартизации на предприятии // Известия Тульского государственного технического университета. Технические науки. 2021. Вып. 11. С. 538–541.

5. ГОСТ Р ИСО 9000–2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. М.: Стандартинформ, 2015. 48 с.
6. Харисов Р.А. Усовершенствование метода оценки трещиностойкости металла труб // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. 2013. № 2. С. 8–10.
7. Жигалкин А.В. Анализ зарубежного опыта организационных структур стандартизации // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 5 (57). С. 34–46.
8. Скифская А.Л. Система управления качеством на предприятиях нефтяной и газовой отрасли // Инновации и инвестиции. 2021. № 2. С. 69–71.
9. Зворыкина Ю.В., Адрианов А.К. Международная стандартизация и конкурентоспособность экспорта российского нефтегазового оборудования в условиях западных санкций // Российский внешнеэкономический вестник. 2021. № 7. С. 27–42.
10. Куровский С.В., Мишин Д.А., Фомичев Л.Ю. Особенности обеспечения экологической безопасности в рамках снижения пожароопасных ситуаций на нефтегазовых трубопроводах // Экономика строительства. 2025. № 1. С. 339–343.
11. Рассыхаева М.Д., Чабаненко А.В. Внедрение PLM системы в организации // Материалы III Международного форума «Метрологическое обеспечение инновационных технологий» в рамках празднования 80-летия Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, 300-летия Российской академии наук, 4 марта 2021 года. Под ред. В.В. Окрепилова. Санкт-Петербург, 2021. С. 30–31.
12. Соломина Е.А., Лампеева Д.А., Чертищева Д.С. Современное состояние сферы цифровых технологий на промышленных предприятиях // Актуальные вопросы современной экономики. 2022. № 10. С. 768–777.
13. Харисов Р.А. Вязкая прочность труб с трещиноподобными дефектами // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2012. № 4 (90). С. 101–106.
14. Куровский С.В., Таздинов Д.И. Концепция использования инновационной технологии цифрового двойника в нефтегазовых корпорациях // Инновации и инвестиции. 2024. № 12. С. 31–35.
15. Харисов Р.А., Исаев Ш.З., Латыпов А.М. Расчетная оценка кривых малоциклового трещиностойкости металла труб // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2012. № 2. С. 349–353.
16. Самошкин М.М. Управление экологической безопасностью и качеством продукции в теплоэнергетике // Компетентность. 2025. № 2. С. 35–41.
17. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Басниева И.К. Цифровая модернизация нефтегазового производства в условиях снижения углеродного следа // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. 2022. № 1. С. 467–476.
18. Турова Е.Д., Сергеева И.Г. Формирование и развитие системы менеджмента качества на предприятиях нефтегазового комплекса РФ на примере ПАО «Газпром» // Экономика. Право. Инновации. 2021. № 3. С. 29–36.
19. Шиленко Е.В., Гаврилюк Е.С. Анализ существующих методов и технологий интеграции информационных систем в нефтегазовой отрасли // Вестник Академии знаний. 2024. № 3 (62). С. 513–517.
20. Цветкова О.Л., Айдинян А.Р. Архитектура системы управления инцидентами информационной безопасности на предприятии нефтегазового сектора // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2024. Т. 51, № 2. С. 164–174.

THE CONCEPT OF INFORMATION SUPPORT FOR PROCESS STANDARDIZATION AT OIL AND GAS ENTERPRISES

Kurovsky S.V., Head of the Scientific Research Department of LLC Higher School of Education, Odintsovo

Mishin D.A., Head of the Editorial and Publishing Department of LLC Higher School of Education, Odintsovo

The relevance of this scientific study is due to the existing problems in the field of information support for process standardization at oil and gas enterprises: low level of information content of existing standards for oil and gas processes, frequent use of outdated or distorted data, increasing information asymmetry in the industry environment, insufficient identification of information needs of stakeholders of oil and gas enterprises, no comprehensive, effective measures to improve information support for process standardization at oil and gas enterprises, low level of methodological and organizational support for standardization of oil and gas processes, long duration of production downtime, repair work on oil and gas equipment, introduction of petroleum products to the modern market against the background of the need to optimize time when making agreed design and technological decisions. The objective of the scientific research is to formulate a conceptual model of information support for process standardization at oil and gas enterprises. The main results of the scientific research: the features of information support for process standardization at oil and gas enterprises based on the PLM IT system are identified; the standardization of operation of equipment for technological processes at oil and gas enterprises is characterized; the concept of information support for standardization of the process of technological preparation of oil and gas production is presented.

Keywords: concept of information support; process standardization; oil and gas enterprises; technological processes; methodological and organizational support.

For citation: Kurovsky S.V., Mishin D.A. The concept of information support for process standardization at oil and gas enterprises. Intelligent decision support in project teams. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 5(86): 12–20. (In Russ.).

References

1. Drivol'skaya N.A., Molozhavenko O.A. Cifrovizatsiya promy'shlennosti kak faktor ustojchivogo razvitiya proizvodstva [Digitalization of industry as a factor in sustainable development of production]. *E'konomika i biznes: teoriya i praktika*. 2021, no. 9-1, pp. 74–77.
2. XarISOV R.A., Zajnullin R.S. Ocenka mexanicheskoy aktivatsii processov razrusheniya trub v vodorodsoderzhashhix sredax [Evaluation of mechanical activation of pipe destruction processes in hydrogen-containing environments]. *Problemy` sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov*. 2013, no. 4 (94), pp. 97–104.
3. Zajnullin R.S., XarISOV R.A., Muxametzyanov A.N. Ocenka vliyaniya nizkix temperatur na treshhinostojkost` stalej, primenyaemy`x v neftegazovoj otrasli [Evaluation of the influence of low temperatures on crack resistance of steels used in the oil and gas industry]. *Neftyanoe xozyajstvo*. 2017, no. 10, pp. 116–119.
4. Porsev K.I., Ivanova V.A. Upravlenie znaniyami v sisteme informacionnogo obespecheniya sluzhby` standartizatsii na predpriyatii [Knowledge management in the information support system of the standardization service at the enterprise] // *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta. Texnicheskie nauki*. 2021, no. 11, pp. 538–541.
5. GOST R ISO 9000–2015 Sistemy` menedzhmenta kachestva. Osnovny`e polozheniya i slovar` [Quality Management Systems. Fundamentals and Vocabulary]. M., Standartinform, 2015, 48 p.
6. XarISOV R.A. Usovershenstvovanie metoda ocenki treshhinostojkosti metalla trub [Improvement of the method for assessing the crack resistance of pipe metal]. *Transport i xranenie nefteproduktov i uglevodorodnogo sy'r'ya*. 2013, no. 2, pp. 8–10.
7. Zazhigalkin A.V. Analiz zarubezhnogo opyta organizatsionnyh struktur standartizatsii. Informatsionno-ekonomicheskie aspekty standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniya, 2020, no. 5 (57), pp. 34–46.
8. Skifskaya A.L. Sistema upravleniya kachestvom na predpriyatiyax neftyanoy i gazovoy otrasli [Quality management system in oil and gas industry enterprises]. *Innovatsii i investitsii*. 2021, no. 2, pp. 69–71.

9. Zvory`kina Y.V., Adrianov A.K. Mezhdunarodnaya standartizatsiya i konkurentosposobnost` e`ksporta rossijskogo neftegazovogo oborudovaniya v usloviyax zapadny`x sankcij [International standardization and competitiveness of Russian oil and gas equipment exports under Western sanctions]. Rossijskij vneshnee`konomicheskij vestnik. 2021, no. 7, pp. 27–42.
10. Kurovskij S.V., Mishin D.A., Fomichev L.Y. Osobennosti obespecheniya e`kologicheskoy bezopasnosti v ramkax snizheniya pozharoopasny`x situacij na neftegazovy`x truboprovodax [Features of ensuring environmental safety in the context of reducing fire hazards on oil and gas pipelines]. E`konomika stroitel`stva. 2025, no. 1, pp. 339–343.
11. Rassy`xaeva M.D., Chabanenko A.V. Vnedrenie PLM sistemy` v organizacii [Implementation of PLM system in the organization]. Materialy` III Mezhdunarodnogo foruma «Metrologicheskoe obespechenie innovacionny`x texnologij» v ramkax prazdnovaniya 80-letiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta ae`rokosmicheskogo priborostroeniya, 300-letiya Rossijskoj akademii nauk [Proceedings of the III International Forum «Metrological Support of Innovative Technologies» as part of the celebration of the 80th anniversary of the St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences], 4 marta 2021 goda. Pod red. V.V. Okrepilova. Sankt-Peterburg. 2021. pp. 30–31.
12. Solomina E.A., Lampeeva D.A., Chertishheva D.S. Sovremennoe sostoyanie sfery` cifrovyy`x texnologij na promy`shlennyy`x predpriyatiyax [Current state of digital technologies in industrial enterprises]. Aktual`ny`e voprosy` sovremennoj e`konomiki. 2022, no. 10, pp. 768–777.
13. Xarisov R.A. Vyazkaya prochnost` trub s treshhinopodobny`mi defektami [Viscous strength of pipes with cracklike defects]. Problemy` sbora, podgotovki i transporta nefti i nefteproduktov. 2012, no. 4 (90), pp. 101–106.
14. Kurovskij S.V., Taztdinov D.I. Konceptiya ispol`zovaniya innovacionnoj texnologii cifrovogo dvojnika v neftegazovy`x korporaciyax [The concept of using innovative digital twin technology in oil and gas corporations]. Innovacii i investicii. 2024, no. 12, pp. 31–35.
15. Xarisov R.A., Isaev Sh.Z., Latypov A.M. Raschetnaya ocenka krivy`x malociklovoj treshhinostojkosti metalla trub [Calculation of lowcycle crack resistance curves of pipe metal]. E`lektronny`j nauchny`j zhurnal Neftegazovoe delo. 2012, no. 2, pp. 349–353.
16. Samoshkin M. M. Upravlenie e`kologicheskoy bezopasnost`yu i kachestvom produkcii v teploe`nergetike [Environmental safety and product quality management in thermal power engineering]. Kompetentnost`. 2025, no. 2, pp. 35–41.
17. Dmitrievskij A. N., Eremin N. A., Basnieva I. K. Cifrovaya modernizatsiya neftegazovogo proizvodstva v usloviyax snizheniya uglerodnogo sleda [Digital modernization of oil and gas production in the context of reducing carbon footprint]. Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o zemle. 2022, no. 1, pp. 467–476.
18. Turova E. D., Sergeeva I. G. Formirovanie i razvitie sistemy` menedzhmenta kachestva na predpriyatiyax neftegazovogo kompleksa RF na primere PAO «Gazprom» [Formation and development of the quality management system at enterprises of the oil and gas complex of the Russian Federation on the example of PJSC Gazprom]. E`konomika. Pravo. Innovacii. 2021, no. 3, pp. 29–36.
19. Shilenko E. V., Gavriluk E. S. Analiz sushhestvuyushhix metodov i texnologij integracii informacionny`x sistem v neftegazovoj otrasli [Analysis of existing methods and technologies for integrating information systems in the oil and gas industry]. Vestnik Akademii znaniy. 2024, no. 3 (62), pp. 513–517.
20. Czvetkova O. L., Ajdinyan A. R. Arxitektura sistemy` upravleniya incidentami informacionnoj bezopasnosti na predpriyatii neftegazovogo sektora [Architecture of the information security incident management system at an oil and gas enterprise] // Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta. Texnicheskie nauki. 2024, vol. 51, no. 2, pp. 164–174.

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТА ДЛЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ

Качко А.И., менеджер по разработке продукции нового наименования ООО «МЕД-ЛЕКСПРОМ», г. Краснодар; начальник департамента дезинфицирующих средств ООО «МЛ 21», г. Краснодар, преподаватель кафедры госпитальной эпидемиологии, медицинской паразитологии и тропических болезней ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Москва

Актуальность темы. На предприятиях и в организациях любого уровня для повышения качества производимой продукции и обеспечения ее конкурентоспособности создается система менеджмента качества, требования к которой регламентирует определенный утвержденный стандарт. Актуальность проблемы разработки стандартов обусловлена необходимостью обеспечения безопасности производства и производимой продукции, что является одной из ключевых основ безопасности жизнедеятельности человека. Необходимость разработки стандарта, содержащего требования к производству дезинфицирующих средств, обусловлена прежде всего отсутствием единых регламентирующих требований по обеспечению качества и безопасности данного вида производства.

Цель работы: разработка проекта ГОСТ Р «Средства дезинфицирующие. Системы менеджмента качества. Требования».

Методы: аналитический, монографическое описание, изучение и обобщение опыта, сравнительный анализ.

Результаты: представлена структура разработанного проекта ГОСТ Р и анализ основных разделов; разработанный стандарт устанавливает требования к системе менеджмента качества производства дезинфицирующих средств, которые могут применяться организацией, участвующей в одной или нескольких стадиях жизненного цикла продукции, включая проектирование и разработку, производство, хранение и поставку.

Разработанный стандарт позволит сформировать в России реестр добросовестных предприятий – производителей дезинфицирующих и антисептических средств, соответствующих всем законодательно установленным отраслевым критериям, а также будет способствовать позитивным изменениям ситуации на рынке дезинфицирующих средств и обеспечит здоровую конкуренцию производителей.

Ключевые слова: стандарт, система менеджмента качества, производство дезинфицирующих средств, стандартизация организации, качество дезинфицирующих средств.

Цитирование: Качко А.И. Разработка стандарта для системы менеджмента качества производства дезинфицирующих средств // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5 (86). С. 21–30.

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение качества и безопасности производства, а также качества и безопасности производимой продукции является одной из ключевых основ для обеспечения безопасности жизнедеятельности человека. Вместе с тем разработка и внедрение систем менеджмента качества в организациях является основой для процедуры обеспечения безопасного производства. «Существующая система «Управления качеством продукции» основывается на принципах обратной связи, то есть контроле, проведении испытаний, сборе информации о качестве с целью составления стандартов и принятия мер по устранению недостатков» [1].

На современном этапе особую актуальность приобрели вопросы актуализации и гармонизации документов в сфере стандартизации для обеспечения инновационного развития передовых технологий отечественного промышленного сектора [2–4].

Требования к системе менеджмента качества, которые могут применяться организацией, участвующей в одной или нескольких стадиях жизненного цикла продукции, регламентирует определенный утвержденный стандарт. Актуальность проблемы разработки стандартов установлена Федеральным законом Российской Федерации от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».

«Целями стандартизации являются повышение качества продукции, выполнения работ, оказания услуг и повышение конкурентоспособности продукции производства. Достижение этих целей невозможно без активного применения документов национальной системы стандартизации, общероссийских классификаторов, стандартов организации, сводов правил и т.д. Решение вопросов стандартизации является фундаментом, на котором основывается будущий успех предприятия» [5].

«В настоящее время при регулировании качества продукции основополагающее значение принадлежит таким мерам, как правовое, нормативное обеспечение, контроль, стимулирование и др. Они направлены на формирование соответствующей среды производства в целях обеспечения конкурентоспособности продукции, эффективности использования имеющегося ресурсного, научно-технического, инновационного потенциала всех субъектов хозяйствования и отраслей в целом» [6].

«В сложившейся политической обстановке на данный момент времени необходимо находить свои плюсы и использовать эту ситуацию для развития промышленности и тем самым обеспечения населения конкурентоспособными отечественными товарами. Это в свою очередь возвращает нас к вопросам качества, ведь потребитель желает получить максимум за свои деньги, значит, производитель должен обеспечить тот идеальный баланс соотношения цена/качество и сам получить прибыль. В последние годы одним из инструментов достижения такого результата являлась разработка, внедрение и поддержание в рабочем состоянии систем менеджмента качества (СМК) на соответствие стандарту ISO 9001» [7].

Необходимость разработки стандарта, содержащего требования к системе качества производства дезинфицирующих средств, возникла в связи с отсутствием единых регламентирующих требований по обеспечению качества и безопасности данного вида производства, а также в связи с поручением Президента Российской Федерации В.В. Путина «О совершенствовании системы сертификации дезинфицирующих средств», данного Правительству Российской Федерации 28 января 2021 года.

Основанием для разработки проекта ГОСТ Р «Средства дезинфицирующие. Требования к системе качества производства» является Программа национальной стандартизации ПНС–2023/2024. Тема 1.5.339-1.109.23. В соответствии с данной темой аспектом стандартизации являются требования к системе менеджмента качества производства дезинфицирующих средств.

Разработка проекта ГОСТ Р «Средства дезинфицирующие. Системы менеджмента качества. Требования» (далее – проект ГОСТ Р) осуществлялась на основе анализа

отечественного и зарубежного опыта в соответствующей области и при использовании нормативной правовой базы.

Разработанный стандарт устанавливает требования к системе менеджмента качества, которые могут применяться организацией, участвующей в одной или нескольких стадиях жизненного цикла продукции (дезинфицирующих средств, в том числе антисептиков и средств для стерилизации, в различных формах выпуска), включая проектирование и разработку, производство, хранение и поставку. Представленные в проекте ГОСТ Р требования могут также быть использованы поставщиками организации или иными внешними сторонами (например, поставщиками сырья, компонентов). Поставщик или внешняя сторона могут добровольно применять данный стандарт для демонстрации соответствия его требованиям, либо соответствие надлежащим требованиям может быть установлено договором (контрактом).

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ПРОЕКТА ГОСТ Р

В структуре проекта ГОСТ Р представлены основополагающие разделы. Во введении отражены общие положения, характеризующие назначение данного стандарта, а также факторы, влияющие на разработку и внедрение системы менеджмента качества в организации. Также в данном разделе рассматривается вопрос совместимости с другими системами менеджмента и связи с ISO 9001.

В разделе «Область применения» перечислены условия, при которых настоящий стандарт устанавливает требования к системе менеджмента качества. В частности, когда организация:

а) нуждается в демонстрации своей способности поставлять дезинфицирующие средства, отвечающие требованиям потребителей и применимым регулирующим требованиям, включая обеспечение экологической безопасности;

б) ставит своей целью результативное применение системы менеджмента качества, включая процессы ее улучшения, и обеспечение соответствия требованиям потребителей и применимым регулирующим требованиям.

Все требования носят общий характер и предназначены для применения организациями независимо от их вида, размера, номенклатуры производимых дезинфицирующих средств.

В разделе «Нормативные ссылки» представлен список стандартов, использованных нами при разработке проекта ГОСТ Р.

В нормативных правовых и регламентирующих документах одним из востребованных является раздел, в кото-

ром представлены использованные термины и определения с соответствующими пояснениями. В связи с этим в структуре разработанного проекта ГОСТ Р имеется раздел «Термины и определения», в котором констатируется, что в настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р ИСО 9001–2015, а также используются тематические термины с соответствующими определениями: **дезсредства** (дезинфицирующие средства) и **антисептические средства** – химические композиции различных форм выпуска, включающие дезинфицирующий (стерилизующий) агент – действующее вещество (ДВ), или их комбинации, обладающие доказанной эффективностью против различных видов бактерий, вирусов, грибов и прочих возбудителей заболеваний животных и человека.

В структуру проекта ГОСТ Р, по нашему мнению, должен войти раздел «Общие требования к системе менеджмента качества», в котором мы предлагаем выделить несколько подразделов: «Понимание организации и ее среды»; «Понимание потребностей и ожиданий заинтересованных сторон»; «Определение области применения системы менеджмента качества»; «Система менеджмента качества и ее процессы».

В подразделе «Понимание организации и ее среды» следует констатировать, что организация должна определить внешние и внутренние факторы, относящиеся к ее намерениям и влияющие на ее способность достигать намеченных результатов действующей системы менеджмента качества, а также организация должна осуществлять мониторинг и анализ информации об этих факторах.

В подразделе «Понимание потребностей и ожиданий заинтересованных сторон» следует отметить, что организация должна определить: заинтересованные стороны, имеющие отношение к системе менеджмента качества; требования этих заинтересованных сторон, относящиеся к системе менеджмента качества. Организация также должна осуществлять мониторинг и анализ информации об этих заинтересованных сторонах и их соответствующих требованиях.

В подразделе «Определение области применения системы менеджмента качества» следует констатировать, что организация должна определить границы системы качества и охватываемую ею деятельность, чтобы установить область ее применения. При определении области применения организация должна рассматривать продукцию, охватываемую системой менеджмента качества, и процессы по ее производству, мониторингу и измерениям (контролю), выпуску и поставке.

В подразделе «Система менеджмента качества и ее процессы» следует указать, что организация должна разработать, внедрить, поддерживать и постоянно улучшать си-

стему менеджмента качества. Организация также должна определять процессы, необходимые для системы менеджмента качества, и их применение в рамках организации, их последовательность и взаимодействие, необходимые ресурсы, распределять обязанности, ответственность и полномочия, учитывать риски и проводить оценку с последующим внесением необходимых изменений.

Руководство организации должно предоставлять свидетельства своего успеха и приверженности разработке и внедрению системы менеджмента качества. В связи с этим в структуру проекта ГОСТ Р следует, по нашему мнению, внести раздел «Лидерство», в котором будут представлены соответствующие требования по поддержанию результативности системы менеджмента качества посредством: доведения до сведения организации важности выполнения требований потребителя, а также применимых регулирующих требований; разработки политики в области качества; обеспечения разработки целей в области качества; принятия ответственности за результативность системы менеджмента качества; обеспечения необходимыми ресурсами; проведения анализа со стороны руководства и поддержки улучшения.

Важным аспектом системы менеджмента качества является ориентация на потребителя и применяемые регулирующие требования. Руководство организации должно демонстрировать лидерство и приверженность в отношении ориентации на потребителей. Требования потребителей, а также применяемые регулирующие требования должны быть поняты и неизменно выполняться. Риски и факторы, которые могут оказывать влияние на соответствие продукции и на способность выполнять требования потребителей, должны быть определены и рассмотрены.

Руководство организации должно назначить представителя, который будет обладать полномочиями и нести ответственность за обеспечение документирования процессов, необходимых для успешного функционирования системы менеджмента качества. В обязанности данного представителя также входит представление отчетов руководству организации о результативности системы менеджмента качества и обеспечение распространения понимания применимых регулирующих требований и требований системы менеджмента качества в рамках всей организации.

Руководство должно определить организационную структуру таким образом, чтобы организация работ и функционирование персонала были понятны. Структура должна соответствовать размеру организации и учитывать виды выпускаемой продукции, предусматривать независимость подразделений, отвечающих за разработку, внедрение и поддержание системы менеджмента качества и контроль качества продукции, от других структурных подразделений.

Организация должна иметь необходимое количество компетентного персонала для осуществления деятельности и выполнения установленных требований.

Важным направлением разрабатываемого стандарта является политика в области качества, которую руководство организации должно разработать, реализовывать и поддерживать в надлежащем состоянии.

Основные направления политики в области качества должны соответствовать намерениям и среде организации, а также поддерживать ее стратегию развития и создавать основу для установления целей в области качества.

Политика в области качества включает в себя обязательство соответствовать применяемым требованиям и постоянно улучшать систему менеджмента качества. Она должна быть доступной, понятной и доведенной до сведения работников внутри организации.

В разделе проекта ГОСТ Р «Функции, ответственность и полномочия в организации» мы предлагаем констатировать, что руководство организации должно обеспечить определение, документирование, доведение до сведения работников и понимание обязанностей, ответственности и полномочий для выполнения соответствующих функций.

Руководство организации должно распределить обязанности, ответственность и полномочия для обеспечения соответствия системы менеджмента качества разрабатываемому стандарту, а также обеспечения получения намеченных результатов процессов и сохранения целостности системы менеджмента качества при планировании и внедрении в нее изменений.

Важнейшим аспектом управления организацией является планирование. В связи с этим в структуре разрабатываемого нами стандарта предусмотрен соответствующий раздел – «Планирование».

При планировании мероприятий в системе менеджмента качества организация должна учесть внешние и внутренние факторы, относящиеся к ее намерениям и стратегии развития. Также необходимо определить риски и возможности для обеспечения уверенности в том, что система менеджмента качества может достичь своих намеченных результатов. Наряду с этим следует планировать реализацию мероприятий для предотвращения или уменьшения нежелательного влияния установленных рисков и достижения улучшения, а также следует интегрировать и внедрять эти действия в процессы системы менеджмента качества с последующей оценкой эффективности этих действий.

В данном разделе нами отмечено, что организация должна объективно оценивать цель планируемых изменений про-

цессов обеспечения системы менеджмента качества и возможные последствия их внесения. Необходимо также обеспечить целостность системы менеджмента качества, доступность ресурсов, рациональное распределение или перераспределение обязанностей, ответственности и полномочий.

Меры, принимаемые в отношении рисков и возможностей их минимизации или предотвращения, должны быть адекватными и соответствовать возможному влиянию на качество продукции и услуг.

Руководство организации должно устанавливать и документировать цели в области качества для соответствующих функций и на соответствующих уровнях внутри организации. Цели в области качества должны быть измеримыми и согласованными с политикой в области качества.

При планировании мероприятий, направленных на достижение целей в области качества, организация должна определить:

- какие потребуются ресурсы;
- кто будет нести ответственность за реализацию данных мероприятий;
- когда эти мероприятия будут завершены;
- каким образом будут оцениваться результаты.

При установленной необходимости изменений в системе менеджмента качества организация должна конкретизировать цель планируемых изменений и определить возможные последствия их внесения при обеспечении целостности самой системы, доступности необходимых ресурсов и аспределении или перераспределении обязанностей, ответственности и полномочий.

Реализация запланированных мероприятий во многом зависит от ресурсного обеспечения. В этой связи в разрабатываемом проекте ГОСТ Р нами предусмотрено размещение соответствующего раздела – «Средства обеспечения», в котором, в частности, имеются подразделы: «Ресурсы»; «Компетентность»; «Обмен информацией»; «Документированная информация».

В подразделе «Ресурсы» отмечено, что организация должна определить и обеспечить наличие ресурсов, необходимых для разработки, внедрения, поддержания и постоянного улучшения системы менеджмента качества. Для достижения обозначенных целей следует рассматривать возможности и ограничения, связанные с существующими внутренними ресурсами, определить, что необходимо получить от внешних поставщиков, учесть влияние внешних экономических и политических факторов.

Также отмечено, что организация должна определить и обеспечить наличие должностных лиц, необходимых для ре-

зультативного внедрения системы менеджмента качества и для функционирования и управления ее процессами, а также обеспечить соответствующий профессиональный уровень персонала в различных областях деятельности с учетом видов выпускаемой продукции. Весь персонал организации должен знать и понимать свои обязанности, ответственность и полномочия, включая необходимую для их выполнения документированную информацию, иметь доступ к документации, которая относится к его обязанностям, и выполнять их, сообщать обо всех нарушениях и несоответствиях, которые могут происходить на уровне его полномочий, иметь соответствующее образование и профессиональные навыки для выполнения своих обязанностей и деятельности.

В данном подразделе, по нашему мнению, следует также уделить внимание требованиям к инфраструктуре, в состав которой могут входить: здания, производственные помещения и связанные с ними инженерные сети и системы, в том числе системы пожаротушения, видеонаблюдения, система контроля и управления доступом (СКУД); оборудование, включая технические и программные средства; транспортные ресурсы; информационные и коммуникационные технологии; офисные, складские, санитарно-технические и лабораторные помещения.

Организация должна определить и документировать требования к инфраструктуре, создать и поддерживать инфраструктуру, необходимую для функционирования ее процессов, достижения соответствия требованиям к продукции, предотвращения перепутывания продукции и обеспечения надлежащего обращения с ней.

Требования, предъявляемые в рамках проекта ГОСТ Р к помещениям, технологическому оборудованию и системам, должны быть направлены на обеспечение защиты продукции от попадания механических загрязнений, от негативных воздействий окружающей среды и климатических изменений, необходимой очистки и санитарной обработки, идентификации и разграничения зон для хранения химического сырья, комплектующих и нерасфасованной продукции, соответствия применимым регулирующим требованиям в отношении микроклимата, освещения, чистоты, шума, вибрации, ограничения доступа в производственные и складские помещения посторонних лиц, поддержания оптимальных параметров температуры и влажности в производственных, лабораторных и складских помещениях в любое время года, выполнения и фиксации регулярного мониторинга параметров климатической среды в производственных, лабораторных и складских помещениях, наличия отдельных помещений или мест для хранения рабочей и личной одежды персонала, естественной вентиляции в складских, лабораторных и производственных помещениях, проведения дезинсекционных и дератизационных мероприятий и др.

В данном подразделе следует также регламентировать требования к оборудованию. В частности, необходимо отметить, что оборудование должно соответствовать его назначению (быть пригодным для осуществления необходимых операций технологического процесса производства дезинфицирующих средств).

Конструкция оборудования должна обеспечивать возможность его очистки, санитарной обработки и технического обслуживания по соответствующим программам. Если оборудование предназначено для непрерывного производства или производства последовательных партий одной и той же продукции, то оно должно очищаться и при необходимости подвергаться санитарной обработке с установленной периодичностью.

Материалы, из которых изготовлено оборудование, в том числе вспомогательное, должны быть химически устойчивы к выпускаемой продукции и сырью, из которого эта продукция изготавливается. Это условие применяется ко всему оборудованию, на которое распространяются требования настоящего стандарта.

Для предотвращения или уменьшения действия опасных и вредных производственных факторов должны применяться средства коллективной индивидуальной защиты работающих.

Конструкция всего производственного оборудования, включая емкости, предназначенные для хранения нерасфасованной продукции, должна предотвращать попадание в продукцию загрязнений, в том числе содержащихся в воздухе. Основное оборудование должно быть идентифицировано.

Руководством организации должна быть разработана и утверждена в соответствии с регулирующими требованиями (пожарной безопасности, норм охраны труда и пр.), техническим паспортом помещений схема расположения оборудования по каждому производственному помещению.

Оборудование должно быть установлено таким образом, чтобы движение материалов, движущихся частей оборудования и персонала не создавало риска для качества продукции и опасности для персонала.

Также следует отметить, что оборудование, в том числе вспомогательное, должно подвергаться регулярному техническому обслуживанию. Процесс проведения технического обслуживания не должен влиять на качество продукции.

В данном разделе проекта ГОСТ Р также должны быть сформулированы требования к допуску к работе на оборудовании, требования к резервным системам, требования к среде для функционирования процессов, требования к ресурсам для мониторинга и измерения.

Отдельным аспектом раздела «Средства обеспечения» является подраздел «Компетентность», в котором указано, что организация должна документировать процессы, определяющие компетентность персонала, проведение обучения, обеспечение информированности персонала. В частности, организации надлежит: определять необходимую компетентность лиц, выполняющих работу под ее управлением, которая оказывает влияние на результаты деятельности и результативность системы менеджмента качества; обеспечивать компетентность этих лиц на основе соответствующего образования, подготовки или опыта; предпринимать действия, направленные на получение требуемой компетентности, и оценивать результативность предпринятых действий; регистрировать и сохранять соответствующую документированную информацию как свидетельство компетентности.

В данном подразделе следует также уделить особое внимание проблеме подготовки персонала и сформулировать соответствующие требования, касающиеся участия в производстве, контроле, хранении и отгрузке продукции, определения потребности в обучении всего персонала и планировании его проведения, установления требований к адаптации и подготовке вновь принятого персонала, разработки методов и форм оценки результативности обучения персонала.

В подразделе «Обмен информацией», по нашему мнению, следует отметить, что организация должна определить порядок внутреннего и внешнего обмена информацией, относящейся к системе менеджмента качества, включая следующие вопросы: какая информация будет передаваться; когда будет передаваться информация; кому будет передаваться информация; каким образом она будет передаваться; кто будет передавать информацию.

В подразделе «Документированная информация» мы сочли целесообразным отметить, что данный вид информации является неотъемлемой частью системы менеджмента качества и представляет собой как процедуры осуществления деятельности, так и записи результатов процессов и их анализа. Документированная информация необходима для того, чтобы исключить риски различной интерпретации требований к процессам и их осуществлению; исключить потерю информации, связанную с навыками и опытом персонала, а также перепутывание или ошибки, присущие устным сообщениям.

Нами также отмечено, что документация системы менеджмента качества должна включать документально оформленные заявления о политике и целях в области качества, руководство по качеству, документированные процедуры и записи, установленные настоящим стандартом, документы, включая записи, определенные организацией как необходимые для обеспечения результативного планирования, осуществления процессов и управления ими.

В данном подразделе представлены сформулированные нами требования, предъявляемые к руководству по качеству. В частности, отмечено, что организация должна документировать руководство по качеству, содержащее область применения системы менеджмента качества и исключения из области применения, документированные процедуры, разработанные для системы менеджмента качества, или ссылки на них; описание взаимодействия процессов системы менеджмента качества.

Руководство по качеству должно также определять систематизированную структуру документации, используемой в системе менеджмента качества и содержащей ссылки на пункты разрабатываемого стандарта. Документы могут быть на бумажных или электронных носителях.

В данном подразделе нами представлены также требования, предъявляемые к созданию и актуализации документированной информации.

При создании и актуализации документированной информации организация должна соответствующим образом обеспечить идентификацию и описание (например, название, дата, автор, ссылочный номер), формат (например, язык, версия программного обеспечения, графические средства) и носитель (например, бумажный или электронный), наличие в документе его содержания, области применения, распределения ответственности, анализ и одобрение с точки зрения пригодности и адекватности.

В данном подразделе также представлены требования, предъявляемые к управлению документированной информацией. Для определения необходимых средств управления должна быть разработана документированная процедура. Документированная информация должна находиться под управлением в целях обеспечения ее доступности и пригодности, ее достаточной защиты (например, от несоблюдения конфиденциальности, от ненадлежащего использования или потери целостности), управления изменениями (например, управление версиями), соблюдения сроков хранения и порядка уничтожения.

Документированная информация внешнего происхождения, определенная организацией как необходимая для планирования и функционирования системы менеджмента качества, должна быть соответствующим образом идентифицирована, находиться под управлением и должна быть защищена от непредумышленных изменений.

При необходимости документы следует актуализировать с указанием номера изменения. Основание для каждой актуализации должно сохраняться и согласовываться в листе изменений к документу.

Актуальным вопросом документированной информации является ее архивирование. В проекте ГОСТ Р отмечено,

что архивировать следует только оригинальные документы и применять только контрольные копии. Организация должна определять период времени хранения устаревших документов, которые можно архивировать как на электронном, так и на бумажном носителе.

Особое внимание, по нашему мнению, в разрабатываемом стандарте должно быть уделено регламентации дифференцированных требований к продукции производства на стадиях жизненного цикла. В связи с этим в проекте ГОСТ Р имеется раздел «Деятельность на стадиях жизненного цикла продукции», в котором представлены требования в отношении планирования и управления процессами в том числе определения требований к продукции, установления критериев для процессов и приемки продукции, определения ресурсов, необходимых для достижения соответствия требованиям к продукции, определения и ведения документированной информации в надлежащем объеме.

В данном разделе следует также отразить требования, предъявляемые к продукции в аспекте связи с потребителем. В частности, это касается обеспечения информацией о продукции, обработки запросов, контрактов или заказов, включая их изменения, получения отзывов о продукции от потребителей, включая претензии.

Организация должна учитывать требования, установленные потребителем, в том числе требования к поставке и деятельности после поставки, а также требования, установленные организацией, и регулирующие требования, применимые к продукции.

В данном разделе также целесообразно отразить требования, предъявляемые к организации в отношении процесса проектирования и разработки продукции. В проекте ГОСТ Р указано, что организация должна планировать и управлять проектированием и разработкой продукции. Отмечено также, что верификация проектирования и разработки должна осуществляться в соответствии с запланированными и документированными мероприятиями для обеспечения того, чтобы выходные данные проектирования и разработки соответствовали входным данным.

В разрабатываемом проекте ГОСТ Р также уделено внимание вопросу валидации проектирования и разработки продукции. В частности, указано, что валидация должна осуществляться в соответствии с запланированными и документированными мероприятиями для обеспечения соответствия готовой продукции требованиям к ее назначенному или предполагаемому применению. Регламентируются также вопросы передачи проекта и разработки в производство, управления изменениями проектирования и разработки, управления процессами, продукцией и информацией, поставляемыми внешними поставщиками, получения и входного контроля закупаемой организацией продук-

ции, ее хранения, идентификации и статуса, разрешения на использование.

В разрабатываемом стандарте представлены также требования, предъявляемые к качеству воды, используемой на производстве, к заключению контрактов на производство и испытание продукции (договоры подряда, субподряда – аутсорсинга), к управлению производством и идентификации продукции, к сохранению, выпуску и отгрузке продукции, к обращению с несоответствующей продукцией, к отходам производства.

Отдельным параграфом проекта ГОСТ Р является раздел «Оценка результатов деятельности», в котором представлены требования, предъявляемые к мониторингу, измерениям и анализу всех процессов производства. В данном разделе также представлены регламенты, касающиеся претензий потребителей и отзыва продукции с рынка, анализа и оценки деятельности, внутреннего аудита, анализа со стороны руководства системы менеджмента качества в целях обеспечения ее постоянной пригодности, адекватности, результативности и согласованности со стратегическим направлением развития организации.

В завершающем разделе проекта ГОСТ Р «Улучшение» констатируется, что организация должна определять и выбирать возможности для улучшения продукции, корректировать, предотвращать или снижать влияние нежелательных воздействий, повышать результаты деятельности и результативности системы менеджмента качества.

Примером улучшения могут являться коррекция, постоянное улучшение, прорывное изменение, инновация и реорганизация. Организация должна документировать процедуру, предусматривающую корректирующие действия при выявлении несоответствий, в том числе связанных с претензиями, предпринимать действия в отношении последствий данного несоответствия. Корректирующие действия должны соответствовать последствиям выявленных несоответствий.

Следует отметить, что применение сформулированных в проекте ГОСТ Р требований к системе качества является стратегическим решением для организации, которое может помочь улучшить результаты ее деятельности, обеспечить выпуск качественной продукции, экологическую безопасность и соответствие внешним законодательным и нормативным правовым (регулирующим) требованиям, а также создать прочную основу для инициатив, ориентированных на устойчивое развитие.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработанный стандарт позволит сформировать в России реестр добросовестных предприятий – производителей дезинфицирующих и антисептических

средств, соответствующих всем законодательно установленным отраслевым критериям, в том числе гармонично дополнит систему маркировки «Честный знак» с точки зрения информирования потребителя о соблюдении производителем стандартов производства. Система обязательной маркировки «Честный знак» и маркировка продукции, выпущенная на производствах, соответствующих требованиям данного стандарта, в совокупности предоставят комплексную информацию о соблюдении норм производства, подлинности продукции и ее безопасности.

Предложенные меры позволят изменить в лучшую сторону ситуацию на рынке дезинфицирующих средств и кожных антисептиков и обеспечить здоровую конкуренцию производителей по выпуску безопасной и эффективной продукции.

После вступления в силу данного стандарта подтверждение соответствия будет осуществляться в форме независимой и квалифицированной оценки системы качества производства дезинфицирующих средств в недавно созданной Системе добровольной сертификации систем качества российских производителей дезинфицирующих средств «ДезКачество». Данная система зарегистрирована в Едином реестре Росстандарта 6 мая 2022 г., регистрационный № РОСС RU.32634.04ДЭ30. Функции Органа по

сертификации выполняет Общество с ограниченной ответственностью «МЕДИТЕСТ» (ИНН 7702846238), уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц RA.RU.13ФК27.

В случае успешного прохождения проверки соответствия национальному стандарту упаковка продукции этих производителей будет промаркирована знаком соответствия этой добровольной системы. По сути это знак качества, позволяющий идентифицировать безопасную и качественную продукцию.

В дальнейшем, соответствие данной системе может стать одним из критериев выбора качественных и эффективных средств, в том числе для экспорта в другие страны, что позволит создать благоприятную среду для российских производителей в конкурентной борьбе с мировыми лидерами отрасли.

**Рецензент: Фролов Вадим Анатольевич, доктор технических наук, начальник отдела ФГБУ «Институт стандартизации», г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: v.a.frolov@gostinfo.ru**

Список использованных источников и литературы

1. Аникеева Н.В. Стандартизация как фактор повышения качества продукции // Бенефициар. 2019. № 36. С. 14–23.
2. Белобрагин В.Я., Бурый А.С., Герасимов Б.И., Стреха А.А. Актуализация и гармонизация общероссийского классификатора стандартов // Технология машиностроения. 2020. № 4. С. 61–67.
3. Бурый А.С., Саков А.А., Слепынцева Л.И. Анализ рисков в ходе актуализации и применения документов в национальной системе стандартизации // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2016. № 4 (32). С. 6.
4. Бурый А.С., Банаев А.В., Слепынцева Л.И. Гармонизация общероссийских классификаторов на примере классификатора стандартов // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2019. № 3 (49). С. 13.
5. Васильева И.П. Совершенствование системы стандартизации организации на основе анализа взаимодействия требований нормативных документов: специальность 05.02.23 – стандартизация и управление качеством продукции: автореферат диссертации на соискание степени кандидата технических наук / Васильева Ирина Павловна, 2020. – 16 с.
6. Почтовая И. Развитие инструментов управления качеством продукции АПК в мировой практике / И. Почтовая // Обеспечение качества продукции АПК в условиях региональной и международной интеграции: Материалы XIII Международной научно-практической конференции, Минск, 15–16 октября 2020 года. – Минск: Республиканское научное унитарное предприятие «Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси», 2021. – С. 182–184.
7. Борисова Е.В., Одинокоев С.А., Бобрышев Е.Б. Развитие системы менеджмента качества на основе стандартов поддержки // Управление качеством: Избранные научные труды Пятнадцатой Международной научно-практической конференции, Москва, 10–11 марта 2016 года. – М.: Издательство Пробел-2000, 2016. – С. 115–118.

DEVELOPMENT OF A STANDARD FOR THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF DISINFECTANT PRODUCTION

Kachko A.I., Product Development Manager of MEDLEXPROM LLC, Krasnodar; Head of the Department of Disinfectants of ML 21 LLC, Krasnodar, lecturer at the Department of Hospital Epidemiology, Medical Parasitology and Tropical Diseases Federal State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education «Russian Medical Academy of Continuing Professional Education» of the Ministry of Health Of the Russian Federation, Moscow

The relevance of the topic. *The production of disinfectants in the Russian Federation is characterized by the absence of unified regulatory requirements for ensuring the quality and safety of this type of production. The relevance of the problem of developing standards is due to the need to ensure the safety of production and the products produced, which is one of the key foundations for human life safety. This has led to the development of a corresponding standard that focuses on the requirements for the quality management system of the production of disinfectants.*

Purpose of work: development of the GOST R project “Disinfectants. Quality Management Systems. Requirements”.

Methods: analytical, monographic description, study and generalization of experience, comparative analysis.

Results: the structure of the developed GOST R project and the analysis of its main sections are presented. The developed standard establishes requirements for the quality management system of the production of disinfectants, which can be applied by an organization involved in one or more stages of the product life cycle, including design and development, production, storage, and delivery.

After coming into force, the developed standard will allow Russia to create a register of conscientious manufacturers of disinfectants and antiseptics that meet all legally established industry criteria, as well as contribute to positive changes in the disinfectant market and ensure healthy competition among manufacturers.

Keywords: standard, quality management system, production of disinfectants, standardization of the organization, quality of disinfectants.

For citation: Kachko A.I. Development of a standard for the quality management system of disinfectant production. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 5 (86): 21–30. (In Russ.).

References

1. Anikeeva, N.V. Standartizatsiya kak faktor povysheniya kachestva produktsii [Standardization as a factor in improving product quality]. / N.V. Anikeeva // Beneficiary. – 2019. – No. 36. – P. 14–23.
2. Belobragin, V.Ya. Aktualizatsiya i garmonizatsiya obshcherossiyskogo klassifikatora standartov [Updating and harmonization of the all-Russian classifier of standards]. / V. Ya. Belobragin, A.S. Bury, B.I. Gerasimov, A.A. Strekha // Technology of mechanical engineering. – 2020. – No. 4. – P. 61–67.
3. Buryi A.S., Sakov A.A., Slepnyntseva L.I. Analiz riskov v khode aktualizatsii i primeneniya dokumentov v natsional'noy sisteme standartizatsii [Risk analysis during updating and application of documents in the national standardization system]. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2016, no. 4 (32). P. 64.
4. Buryi A.S., Banaev A.V., Slepnyntseva L.I. Garmonizatsiya obshcherossiyskikh klassifikatorov na primere klassifikatora standartov [Harmonization of all-Russian classifiers on the example of the classifier of standards]. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2019, no. 3 (49). P. 13.

5. Vasilyeva I.P. Sovershenstvovaniye sistemy standartizatsii organizatsii na osnove analiza vzaimodeystviya trebovaniy normativnykh dokumentov: spetsial'nost' 05.02.23 – standartizatsiya i upravleniye kachestvom produktsii: avtoreferat dissertatsii na soiskaniye stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk [Improvement of the organization's standardization system based on the analysis of the interaction of the requirements of regulatory documents: specialty 05.02.23 – standardization and product quality management: abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical Sciences]. Vasilyeva Irina Pavlovna, 2020, 16 p.
6. Pochtovaya I. Development of Quality Management Tools for Agro-Industrial Complex Products in Global Practice. Ensuring the Quality of Agro-Industrial Complex Products in the Context of Regional and International Integration: Proceedings of the 13th International Scientific and Practical Conference, Minsk, October 15–16, 2020. – Minsk: Republican Scientific Unitary Enterprise «Institute of System Research in the Agro-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus», 2021, pp. 182–184.
7. Borisova E.V., Odinkov S.A., Bobryshev E.B. Development of the Quality Management System Based on Support Standards. Quality Management: Selected Scientific Papers of the Fifteenth International Scientific and Practical Conference, Moscow, March 10–11, 2016. Moscow: Probel-2000 Publishing House Publ., 2016, pp. 115–118.

ВОЗДУШНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Антипова Т.Н., д-р техн. наук, профессор кафедры управления качеством и стандартизации ГБОУ ВО Московской области «Технологический университет дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова», г. Королев

Тубольцев М.Н., магистрант кафедры управления качеством и стандартизации ГБОУ ВО Московской области «Технологический университет дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова», г. Королев

В статье рассматривается метод получения цифровой модели местности при помощи воздушного лазерного сканирования, который ранее не применялся на таких типах строительных объектов как мелиоративные каналы. Данный метод позволяет уменьшить сроки проведения полевых работ, снизить стоимость и повысить безопасность полевых работ, автоматизировать полевые работы, а также обеспечить стабильную точность проводимых исследований. Даны рекомендации по применению цифровой модели местности для проектной документации по реконструкции Донского магистрального канала.

Ключевые слова: теодолитная съемка, воздушное лазерное сканирование, цифровая модель местности, цифровая модель рельефа, беспилотные авиационные системы.

Цитирование: Антипова Т.Н., Тубольцев М.Н. Воздушное лазерное сканирование для повышения качества топографических исследований // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5 (86). С. 31–36.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия аэрофотосъемка, в частности воздушное лазерное сканирование (ВЛС) как вид топографических исследований, стала неотъемлемой частью многих научных и прикладных работ. Она позволяет получить детальную информацию о поверхности Земли, объектах и явлениях, которые находятся на значительных расстояниях от наблюдателя. Материалы воздушного лазерного сканирования являются одним из современных источников информации о местности при решении задач создания и обновления топографических карт и планов, получения других пространственных данных. Теодолитная съемка, традиционно имеющая широкую практику применения при проведении работ по реконструкции магистральных каналов, в том числе Донского, обладает такими недостатками, как высокая зависимость от особенностей рельефа местности и опыта геодезистов и – как следствие – значительное накопление ошибок по сравнению с воздушным лазерным сканированием. Кроме того, можно выделить следующие недостатки теодолитной съемки как метода.

Во время полевых работ геодезисту необходимо инструментально измерить весь интересующий участок и собрать

данные по ключевым точкам рельефа. В некоторых случаях наземная съемка может быть опасна для специалиста. Для проведения теодолитной съемки требуются большие затраты времени и в подсобные рабочие.

В то же время можно сделать выводы о следующих преимуществах беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для проведения ВЛС [1, 2]:

- наличие систем точного позиционирования;
- автоматизация полетов и технологии съемки;
- автоматизация полетного задания, включая маршрут полета [3];
- возможность установки дополнительного оборудования на БПЛА;
- возможность некоторых моделей дронов работать в неблагоприятных погодных условиях [4];
- возможность работать при низких температурах;
- мощная силовая установка и интеллектуальная система управления питанием;
- возможность выполнения длительных полетов;
- наличие интеллектуальных систем пилотирования;
- компактность и быстрота развертывания.

Для проведения воздушного лазерного сканирования на конкретном объекте необходимо выбрать тип беспилотного воздушного судна с целью получения цифровой модели местности [5] для включения в проектную документацию. Необходимо также обосновать различия между цифровой моделью местности (ЦММ) и цифровой моделью рельефа.

При практическом применении двух методов топографических исследований – теодолитной съемки и ВЛС – было проведено сравнение временных затрат каждого метода.

ВЫБОР ТИПА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

БПЛА являются одним из образцов инновационных технологий. Экономические показатели инновационных технологий часто являются главной целью их введения. В связи с этим необходимо, чтобы применяемые инновационные технологии не только решали узконаправленные задачи, но и способствовали повышению экономической эффективности производства [6, 7].

БПЛА классифицируются по типу конструкции: самолетного, вертолетного и мультироторного типа. В условиях небольших площадей и сложного рельефа наиболее эффективными являются мультироторные БПЛА. Они имеют вертикальный взлет и посадку, могут зависать в воздухе, что позволяет обеспечить стабильность проводимой съемки. Допустимая нагрузка на такие платформы доходит до 6–7 кг, что достаточно для размещения современных лидаров и камер высокого разрешения.

Применение беспилотных летательных аппаратов самолетного типа будет рентабельным, только если площадь исследуемого района превышает 700 Га. В случае с участком реконструкции Донского магистрального канала наиболее эффективным будет применение БВС мультироторного типа (дрона), поскольку площадь исследуемого участка равна 494 Га [6, 8].

Для задач воздушного лазерного сканирования наиболее подходят комплексы с электродвигателями, временем полета не менее 40 минут и наличием стабилизационных платформ. В качестве примера можно привести комплекс «Геоскан 401 Лидар» с оборудованием АГМ (AGM Systems) [9].

ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА И ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ

Существуют различия между цифровой моделью местности и цифровой моделью рельефа, а именно:

- цифровая модель рельефа представляет собой информацию о высоте непосредственно поверхности земли, очищенную от других объектов;

- ЦММ содержит точные данные о высоте земной поверхности, включая здания, растительность и другие высотные объекты.

Цифровая модель местности представляет собой комплексное электронное отображение местности, сочетающее данные о природных и искусственных объектах: рельефе, инженерных сетях, строениях и т. д. Цифровая модель местности обеспечивает структурированное представление информации, доступное для анализа с помощью компьютерных систем [10]. На рис. 1 представлено трехмерное облако точек для дальнейшей обработки в ЦММ.

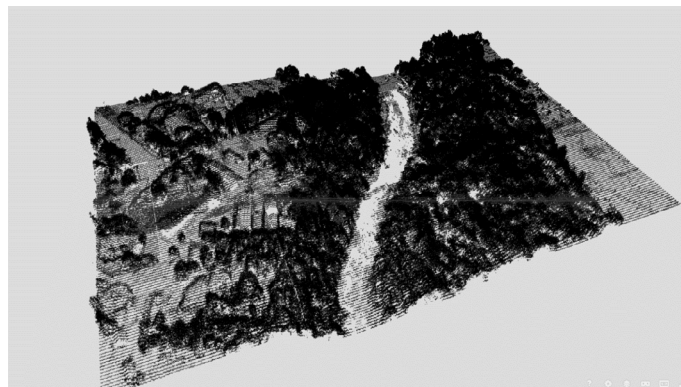


Рис. 1. Пример трехмерного облака точек для построения ЦММ

Из этого можно сделать вывод, что ЦММ является более информативным продуктом и больше подходит для проектной документации по реконструкции Донского магистрального канала.

Учитывая специфику строительства и реконструкции мелиоративных каналов, применение ВЛС с использованием беспилотных летательных аппаратов для получения ЦММ как наиболее оптимального и точного источника пространственных данных является наиболее эффективным и экономически выгодным по сравнению с теодолитной съемкой.

В то же время необходимо учитывать ряд аспектов:

- на БПЛА устанавливается оборудование в виде лазерного датчика (лидара);

- лидар как средство измерения высокой точности нуждается в качественной гиropлатформе, качественном БПЛА. Любые колебания, связанные с вибрацией от моторов или иных компонентов БПЛА, недопустимы, поскольку существенно снижают точность и, как следствие, качество воздушного лазерного сканирования;

- погодные условия играют немаловажную роль в проведении любых работ, связанных с использованием БПЛА.

Основываясь на проведенном анализе и опыт других авторов [6, 9], можно сделать вывод о целесообразности применения беспилотных воздушных судов для получения ЦММ, поскольку такой метод имеет ряд преимуществ: уменьшение сроков проведения полевых работ, снижение стоимости полевых работ, повышение безопасности, автоматизация камеральных работ, автоматизация полевых работ, стабильная точность проводимых исследований.

СРАВНЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ЗАТРАТ МЕТОДОВ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ УЧАСТКА ДОНСКОГО МАГИСТРАЛЬНОГО КАНАЛА

Район работ, производимых на данном объекте, представляет собой извилистый «коридор» шириной 230–300 м, длиной 17,75 км и площадью 4,94 кв. км [5]. На рис. 2 представлен спутниковый снимок участка реконструкции Донского магистрального канала с выделением границы реконструкции (белая линия).

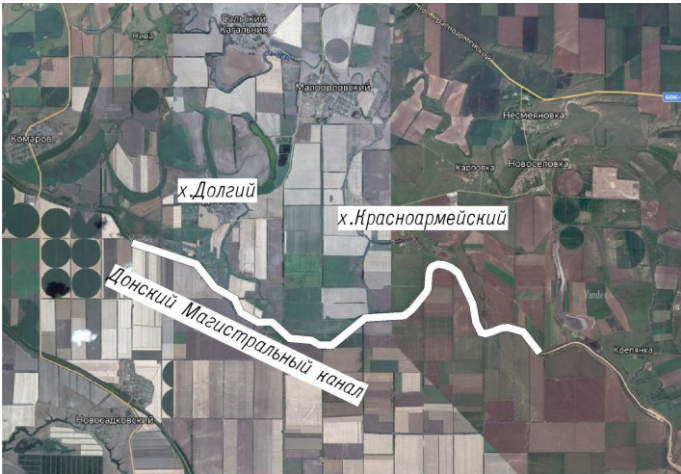


Рис. 2. Граница создания инженерно-топографического плана

На рис. 3 представлен детализированный план участка проведения работ на Донском магистральном канале.

Следующим этапом исследования был проведен сравнительный анализ временных затрат каждого метода.

Для каждого из исследуемых методов составляется календарный план и диаграмма Ганта, показывающие сроки проведения этапов каждого из методов (см. табл. 1, табл. 2).

Далее составляется план-график проведенных работ (см. рис. 4).

Из анализа представленных диаграмм Ганта видно, что, например, полевые работы, как самый трудоемкий этап работ, при ВЛС сократились с 50 до 18 дней.

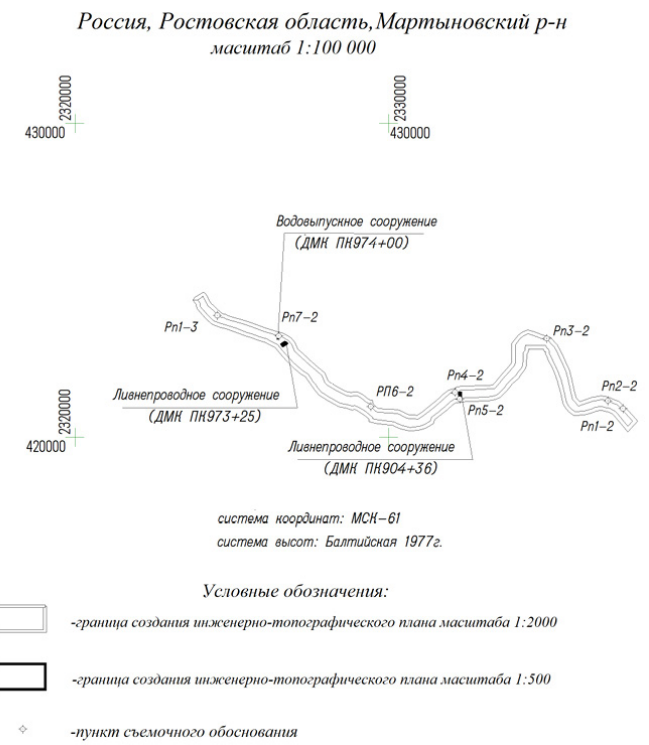


Рис. 3. Детализированный план участка проведения работ

Таблица 1
Календарный план для воздушного лазерного сканирования

Наименование этапа	Дата начала	Продолжительность	Дата окончания
Подписание контракта	05.08.24	1	06.08.24
Получение разрешения на ИВП	07.08.24	20	27.08.24
Калибровочный полет	28.08.24	1	29.08.24
Полевые работы	30.08.24	18	16.09.24
Обработка результатов	17.09.24	4	20.09.24
Согласование инженерных коммуникаций	21.09.24	5	25.09.24
Разработка ЦММ	26.09.24	6	01.10.24
Составление отчетной документации	02.10.24	2	04.10.24
Итого	–	57	–

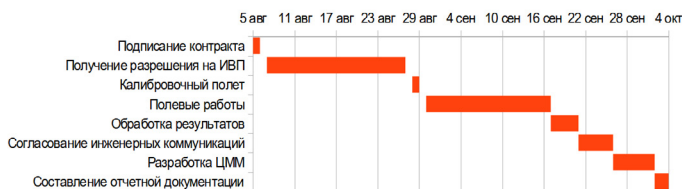


Рис. 4. Диаграмма Ганта для воздушного лазерного сканирования

Таблица 2

Календарный план для теодолитной съемки

Наименование этапа	Дата начала	Продолжительность	Дата окончания
Подписание контракта	03.05.23	1	04.05.23
Рекогносцировка местности	05.05.23	7	11.07.23
Полевые работы	12.05.23	50	30.06.23
Камеральные работы	01.07.23	20	20.07.23
Согласование инженерных коммуникаций	21.07.23	5	25.08.23
Составление отчетной документации	26.07.23	2	28.07.23
Итого	–	85	–



Рис. 5. Диаграмма Ганта для теодолитной съемки

Исходя из опыта применения ВЛС, даются следующие рекомендации.

Разрешение на использование воздушного пространства должно подаваться заблаговременно.

Рекомендуется использовать БПЛА с грузоподъемностью не менее 2 кг, способный стабильно удерживать лидар.

Перед непосредственным исследованием необходимо провести предварительный анализ местности с учетом особенностей рельефа, наличия водных объектов и растительности.

Далее необходимо определить параметры полетной миссии: высоту, скорость, угол обзора и необходимое количество пролетов над заданной территорией для обеспечения требуемой плотности облака точек.

План полета формируется с учетом существующих инженерных коммуникаций и объектов, которые необходимо учитывать при реконструкции.

Перед измерительными полетами необходимо проводить калибровку датчиков, приемников спутниковых сигналов (GPS/ГЛОНАСС), инерциальных измерительных устройств, что необходимо для корректной геопривязки данных и точного позиционирования беспилотного летательного аппарата в пространстве.

Перед началом измерительных полетов необходимо выполнять привязку к нескольким опорным точкам государственной геодезической сети для дальнейшей оценки точности.

Перед проведением полевых работ необходимо разработать подробный план их организации, учитывая особенности объекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительный анализ временных затрат показывает, что ВЛС обладает преимуществом перед теодолитной съемкой с точки зрения меньшего времени выполнения работ. Разница сроков проведения обоих видов топографических исследований составляет 28 дней.

Основываясь на проведенном анализе, можно сказать, что метод воздушного лазерного сканирования подходит для проведения топографических исследований на участке реконструкции Донского магистрального канала.

Рецензент: Фролов Вадим Анатольевич, доктор технических наук, начальник отдела ФГБУ «Институт стандартизации», г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: v.a.frolov@gostinfo.ru

Список использованных источников и литературы / References

1. Гура Д.А., Дьяченко Р.А., Андрющенко А.В. Технология имитации полетного маршрута беспилотного летательного аппарата и воздушного лазерного сканирования // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2022. № 6. С. 126–133. / Gura D.A., Dyachenko R.A., Andryushchenko A.V. Tekhnologiya imitacii poletnogo marshruta bespilotnogo letatel'nogo apparata i vozdušnogo lazernogo skanirovaniya. Elektronnyj setevoy politematicheskij zhurnal «Nauchnye trudy KubGTU». 2022, no. 6, pp. 126–133. (In Russ.).
2. Ахмедов А.Д., Бабаев Д.Э., Липский Д.Д., Пискунов А.В. Особенности применения геоинформационных систем в мелиорации // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 3. С. 9. / Ahmedov A.D., Babaev D.E., Lipsky D.D., Piskunov A.V. Osobennosti primeneniya geoinformacionnyh sistem v melioracii. Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2023, no. 3. P. 9. (In Russ.).
3. Бурый А.С., Шевкунов М.А. Метод оптимизации построения маршрута движения группы беспилотных летательных аппаратов на основе выпуклой декомпозиции // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 3 (84). С. 88–97. / Buryi A.S., Shevkunov M.A. Metod optimizacii postroeniya marshruta dvizheniya gruppy bespilotnyh letatel'nyh apparatov na osnove vypukloj dekompozicii. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025, no. 3 (84), pp. 88–97. (In Russ.).
4. Саломатин А.А. Анализ структур систем информационной поддержки транспортировки грузов с помощью гетерогенной группы БПЛА с учетом метеорологических условий // Вестник Донецкого национального университета. Серия Г: Технические науки. 2024. № 3. С. 92–101. / Salomatin A.A. Analiz struktur sistem informacionnoj podderzhki transportirovki gruzov s pomoshch'yu geterogennoj gruppy BPLA s uchetom meteorologicheskikh uslovij. Vestnik Doneckogo nacional'nogo universiteta. Seriya G: Tekhnicheskie nauki. 2024, no. 3, pp. 92–101. (In Russ.).
5. Алтынов А.Е., Мохаммад А. Исследование влияния вариаций навигационных параметров съемочной системы (аэрофотосъемки, лазерного сканера) на точность создания ЦММ с помощью имитационного моделирования // Успехи современного естествознания. 2022. № 5. С. 110–120. / Altynov A.E., Mohammad A. Issledovanie vliyaniya variacij navigacionnyh parametrov s'emochnoj sistemy (aerofotos'emki, lazernogo skanera) na tochnost' sozdaniya CMM s pomoshch'yu imitacionnogo modelirovaniya. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2022, no. 5. pp. 110–120. (In Russ.).
6. Бабашкин Н.М., Кадничанский С.А., Нехин С.С. Сравнительный анализ эффективности аэрофототопографической съемки с использованием беспилотных и пилотируемых авиационных систем // Геопрофи. 2017. № 1. С. 14–19. / Babashkin N.M., Kadnichansky S.A., Nekhin S.S. Sravnitel'nyj analiz effektivnosti aerofototopograficheskoy s'emki s ispol'zovaniem bespilotnyh i pilotiruemyh aviacionnyh sistem. Geoprofi. 2017, no. 1, pp. 14–19. (In Russ.).
7. Астахов С.А., Швеиц Н.Н. Повышение экономической эффективности разработки и производства беспилотных авиационных систем на основе реализации Перспективной Программы стандартизации // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 1 (82). С. 4–9. / Astakhov S.A., Shvets N.N. Povyshenie ekonomicheskoy effektivnosti razrabotki i proizvodstva bespilotnyh aviacionnyh sistem na osnove realizacii Perspektivnoj Programmy standartizacii. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025, no. 1 (82), pp. 4–9. (In Russ.).
8. Инженерно-геодезические изыскания в соответствии с договором субподряда № 13/673 (1 очередь, I этап реконструкции). Мартыновский район, Волгодонской район, Ростовская область // Техническое задание на выполнение инженерно-геодезических изысканий. – Ростов-на-Дону, 2021. – 4 с. / Inzhenerno-geodezicheskie izyskaniya v sootvetstvii s dogovorom subpodryada No. 13/673 (1st stage, 1st stage of reconstruction). Martynovskij rajon, Volgodonskoj rajon, Rostovskaya oblast'. Tekhnicheskoe zadanie na vypolnenie inzhenerno-geodezicheskikh izyskanij. Rostov-na-Donu, 2021, 4 p. (In Russ.).
9. Опыт применения комплекса «Геоскан 401 Лидар» в качестве беспилотной топографической системы воздушного лазерного сканирования и аэрофотосъемки [Электронный ресурс] // Geoscan: [сайт]. – URL: <https://www.geoscan.ru/ru/blog/opyt-primeneniya-kompleksa-geoskan-401-lidar-v-kachestve-bespilotnoj-topograficheskoy-sistemy-vozdušnogo-lazernogo-skanirovaniya-i-aerofotosyemki> (дата обращения: 24.08.2025). / Opyt primeneniya kompleksa "Geoskan 401 Lidar" v kachestve bespilotnoj topograficheskoy sistemy vozdušnogo lazernogo skanirovaniya i aerofotos'emki. Available at: <https://www.geoscan.ru/ru/blog/opyt-primeneniya-kompleksa-geoskan-401-lidar-v-kachestve-bespilotnoj-topograficheskoy-sistemy-vozdušnogo-lazernogo-skanirovaniya-i-aerofotosyemki> (Accessed 24 August, 2025). (In Russ.).
10. Nikolakopoulos K.G., Soura K., Koukouvelas I.K., Argyropoulos N.G. UAV vs classical aerial photogrammetry for archaeological studies. Journal of Archaeological Science: Reports, 2017, no. 14, pp. 758–773.

AERIAL LASER SCANNING TO IMPROVE THE QUALITY OF TOPOGRAPHIC SURVEYS

Antipova T.N., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Department of Quality Management and Standardization, State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Moscow Region «Technological University of Twice Hero of the Soviet Union, Pilot-Cosmonaut A.A. Leonov», Korolev

Tuboltsev M.N., Master's Student, Department of Quality Management and Standardization, State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Moscow Region «Technological University of Twice Hero of the Soviet Union, Pilot-Cosmonaut A.A. Leonov», Korolev

The article discusses a method for obtaining a digital terrain model using airborne laser scanning, which has not previously been used on such types of construction projects as melioration canals. This method allows for reducing the time required for field work, reducing the cost and increasing the safety of field work, automating field work, and ensuring stable accuracy of the research conducted. Recommendations are given for the use of a digital terrain model for design documentation for the reconstruction of the Donskoy Main Canal.

Keywords: theodolite survey, aerial laser scanning, digital terrain model, digital terrain model, unmanned aircraft systems.

For citation: Antipova T.N., Tuboltsev M.N. Aerial laser scanning to improve the quality of topographic surveys. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 5 (86): 31–36. (In Russ.).

ХОЛОДОВАЯ ЦЕПЬ В РОССИИ: ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПОСТАВОК

Семакин Ф.Н., заместитель генерального директора по качеству, ФГУП «Московский эндокринный завод», г. Москва

Гамаюнов И.А., ведущий специалист по валидации, ООО «Валидлаб», г. Москва

Каплин М.А., руководитель группы валидации, ООО «Валидлаб», г. Москва

Спиридонова А.А., канд. экон. наук, доцент кафедры метрологии и стандартизации, РТУ МИРЭА, г. Москва

Контроль температуры и влажности при транспортировке лекарственных препаратов остается важнейшим аспектом обеспечения их качества и эффективности. В условиях активного импортозамещения в России этот процесс осложняется нехваткой специализированного оборудования и технологий, что подчеркивает необходимость внедрения и развития новых систем мониторинга. Несоблюдение температурного режима и уровня влажности может привести к уменьшению эффективности лекарственных средств и серьезным последствиям для здоровья пациентов. В статье акцентируется внимание на важности применения современных технологий и интегрированных систем управления данными, обеспечивающих непрерывный мониторинг температуры и влажности в реальном времени. Особое внимание уделяется решениям на основе технологий Интернета вещей (IoT), повышающим надежность и эффективность измерений. Большое значение отводится глобальным трендам цифровизации, которые формируют будущее холодной цепи.

Ключевые слова: холодовая цепь, квалификация, интернет вещей, цифровизация, валидация.

Цитирование: Семакин Ф.Н., Гамаюнов И.А., Каплин М.А., Спиридонова А.А. Холодовая цепь в России: обеспечение качества фармацевтических поставок // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5 (86). С. 37–43.

ВВЕДЕНИЕ

«Холодовая цепь» представляет собой систему мероприятий, которая обеспечивает необходимый температурный режим при транспортировке и хранении лекарственных средств (ЛС) с момента производства до их применения. Наиболее распространенные режимы транспортировки и хранения лекарственных средств, фармацевтических субстанций, медицинской продукции продемонстрированы на рис. 1.

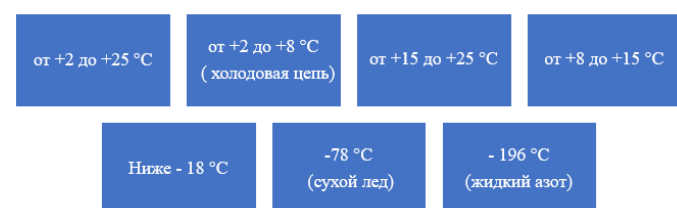


Рис. 1. Распространенные режимы транспортировки и хранения лекарственных средств, фармацевтических субстанций, медицинской продукции

Контроль температуры и влажности при транспортировке лекарственных средств играет ключевую роль в сохранении их качества и эффективности. Если условия хранения или перевозки нарушаются, ЛС может частично или полностью потерять свои свойства.

Когда лекарственные препараты находятся у дистрибьютора (примерно 80% от их общего жизненного цикла), он несет ответственность как за надлежащее хранение, так и за должную транспортировку (даже с участием аутсорсинговых транспортных компаний). Если с организацией хранения по температурному режиму у большинства дистрибьюторов все достаточно стабильно, то на этапе транспортировки в большинстве случаев возникают те или иные отклонения [1].

Контроль соблюдения температурного режима во время транспортировки возлагается на дистрибьютора решением Совета ЕЭК от 03.11.2016 № 80 «Об утверждении правил надлежащей дистрибьюторской практики в рамках ЕЭС», п. 121. Дистрибьютор, поставляющий ЛС, обязан осущест-

влять транспортировку в условиях, обеспечивающих их сохранность и целостность, защиту от воздействия факторов окружающей среды, соблюдение необходимого температурного режима (условий хранения), а также защиту от фальсификации [2].

Протяженность территории России с севера на юг – около 5000 км, с запада на восток около 10 000 км, также наша страна находится в четырех климатических поясах от арктического до субтропического. Температура воздуха в одно время в отдаленных друг от друга регионах может существенно отличаться. Например, средняя температура воздуха в декабре в г. Якутске составляет -39°C , а в Махачкале $+6^{\circ}\text{C}$. Эти факторы необходимо принимать во внимание при одновременных отгрузках продукции в различных направлениях, так как согласно инструкциям к термоконтейнерам подготовка холодоэлементов к внешнему воздействию избыточного тепла принципиально отличается от способа их подготовки к защите от низкой температуры. Таким образом, организация холодовой цепи представляет собой особенно острую задачу, осложненную вызовами импортозамещения, включая нехватку отечественного оборудования и технологий.

Учитывая российские реалии, глобальные тренды цифровизации, в том числе применение искусственного интеллекта и блокчейна, помогают в решении многих задач и открывают новые возможности. Холодовая цепь, обеспечивающая логистику термолabileльных продуктов, таких как вакцины и биопрепараты, требует развитой инфраструктуры и современных решений. Исторически контроль условий эволюционировал от примитивных методов XIX в. до высокотехнологичных систем с использованием сенсорных технологий и IoT, позволяющих отслеживать параметры в реальном времени [3–5].

С середины 2000-х гг. мониторинг стал обыденным явлением благодаря строгим нормативам, росту стоимости препаратов и новым температурным требованиям. Соблюдение регуляторных требований, таких как правила надлежащей дистрибуторской практики в рамках Евразийского экономического союза¹ и рекомендации ВОЗ², наряду с инновациями сокращает потери, укрепляет доверие потребителя и способствует устойчивому развитию фармацевтической отрасли, особенно в регионах с экстремальными климатическими условиями.

ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ХОЛОДОВЫХ ЦЕПЕЙ

Фармацевтическая отрасль сталкивается с серьезными проблемами: повышение стоимости ЛС, снижение доступности дорогостоящих препаратов и распространение дженериков низкого качества. Все это ограничивает доступ пациентов к эффективному лечению и требует срочных системных решений. В связи с увеличением среднего возраста людей увеличивается стоимость и спрос на лекарства [2].

С учетом приведенных фактов убытки компаний становятся колоссальными. Статистически наиболее распространенной причиной возникновения убытков в связи с перевозкой фармацевтических грузов является несоблюдение температурного режима при перевозке (в большинстве случаев речь идет о перевозке в рефрижераторах) (рис. 2–3).



Рис. 2. Основные причины, повлекшие возникновение убытков

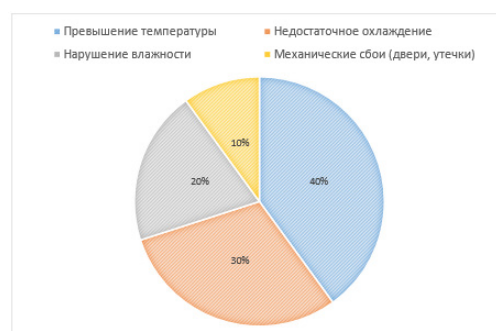


Рис. 3. Причины потерь препаратов в рамках несоблюдения микроклимата

При этом в рамках рассмотрения данной категории споров экспертиза для установления пригодности препарата назначается крайне редко, поскольку сам факт нарушения температурного режима зачастую признается судами достаточным для установления факта гибели груза.

Физическое повреждение груза (в результате дорожно-транспортного происшествия или бой груза при перевозке) также является распространенной причиной возникновения убытков. По данной категории дел перевозчики, как правило, предпринимают попытки доказать,

¹ Решение совета Евразийской экономической комиссии от 03.11.2016 № 80 «Об утверждении Правил надлежащей дистрибуторской практики в рамках Евразийского экономического союза».

² World Health Organization. Technical Report Series, No. 1033, Good storage and distribution practices for medical products. – 2020.

что их вина в повреждении груза отсутствует (например, ДТП по вине третьего лица), однако указанные доводы отклоняются судами. Тем не менее, если перевозчику (экспедитору) удастся доказать, что гибель груза имела место до погрузки в транспортное средство, то в таком случае суды отказывают в удовлетворении исковых требований о возмещении убытков с перевозчика (экспедитора).

На третьем месте наиболее популярных причин возникновения убытков является хищение груза. Иные причины, такие как утрата груза, гибель груза вследствие пожара, истечение срока годности груза, статистически встречаются значительно реже [2].

Исследования подчеркивают, что внедрение умных систем сокращает потери препаратов на 15–20% за счет оперативного реагирования на отклонения [6].

На протяжении последних 11 лет наблюдается увеличение количества судебных споров, связанных с возмещением убытков в связи с перевозкой фармацевтических грузов (рис. 4).

За 8 месяцев 2024 г. количество судебных споров почти достигло отметки 2016 г., продолжается прогрессивный рост. Процентное соотношение между предъявленными и удовлетворенными требованиями за 2013–2024 гг. составляет 77%. Как правило, перевозчикам (экспедиторам) удается добиться отказа в удовлетворении исковых требований в случае, если устанавливается, что ответственным за возникновение убытков является сам грузоотправитель [1].

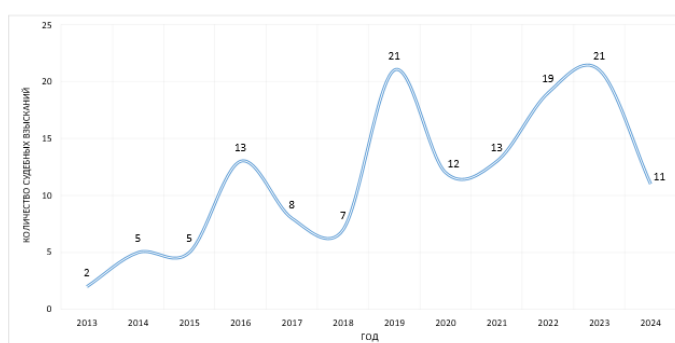


Рис. 4. Количество судебных дел о возмещении убытков с перевозчика в связи с перевозкой фармацевтических грузов (2013–2024)

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОБЛЮДЕНИЯ УСЛОВИЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ

Управление параметрами температуры и влажности при транспортировке лекарственных средств в рамках холодной цепи обеспечивается применением активных и пассивных систем, каждая из которых характеризуется уникальными техническими особенностями и предназначена для эксплуатации в особых условиях внешней среды. Ак-

тивные системы, такие как холодильные установки, рефрижераторы и специализированные контейнеры, поддерживают заданные условия внутри изолированного грузового пространства за счет внешних источников энергии, будь то электричество или дизельное топливо. Эти системы особенно эффективны для длительных маршрутов, пересекающих экстремальные климатические зоны, где стабильность параметров критически важна для сохранения свойств термолабильных препаратов, таких как вакцины или биопрепараты. Современные рефрижераторы позволяют поддерживать необходимые условия на протяжении всего маршрута перевозки. Некоторые установленные системы спроектированы таким образом, что позволяют разделять грузовое пространство на зоны с различными температурными режимами, например, от +2 °C до +8 °C для вакцин и от +15 °C до +25 °C для других ЛС (рис. 5). Такие системы функционируют за счет испарителей и циркуляционных установок.



Рис. 5. Битермический прицеп

Пассивные системы работают за счет теплоизоляционных материалов и хладагентов (гелевые пакеты, сухой лед или материалы с фазовым переходом) для поддержания температуры без использования охлаждающих систем. Их простота и относительно низкая стоимость делают их предпочтительными для коротких перевозок или регионов с ограниченными ресурсами, где доступ к электроэнергии или топливу может быть затруднен. Например, термоизолированные контейнеры с сухим льдом часто используют для авиаперевозок, которые длятся до 3 ч. Они обеспечивают надежную защиту груза при относительно низкой стоимости [7] (рис. 6). Как показано на рис. 6, данные контейнеры имеют специальную изоляцию.

Главный недостаток данных контейнеров состоит в том, что они способны поддерживать температуру ограниченное количество времени. Необходимо тщательно планировать маршрут и исключить длительные перевозки без дополнительных решений.

Перевозки с использованием нескольких видов транспорта в процессе одной доставки являются вынужденной необ-

ходимостью. При этом чем больше видов транспорта используется, тем выше риски. Для обеспечения непрерывной холодовой цепи необходимо детально анализировать и учитывать все факторы, влияющие на обеспечение сохранности препаратов на каждом из этапов транспортировки.

Современные достижения в области автоматизации существенно расширяют возможности активных и пассивных систем. Активные рефрижераторы все чаще оснащаются роботизированными механизмами и системами искусственного интеллекта, которые автоматически регулируют температуру и влажность на основе данных от встроенных сенсоров, минимизируя человеческий фактор и повышая точность. Например, такие технологии позволяют грузовикам адаптироваться к внешним условиям в реальном времени, корректируя работу охлаждающих систем при резких перепадах температуры. Пассивные системы также эволюционируют: новые материалы с фазовым переходом, разработанные на основе нанотехнологий, увеличивают продолжительность поддержания стабильных условий до 72 ч, что делает их конкурентоспособными даже для средних расстояний. Эти инновации особенно актуальны для России, где обширные территории и недостаточная транспортная инфраструктура в отдаленных регионах требуют гибких и надежных решений.

В воздушном транспорте активно применяются портативные контейнеры с компрессорными системами или батареями, поддерживающими как охлаждение, так и нагрев, что расширяет их применимость для чувствительных биофармацевтических продуктов. Пример такого контейнера продемонстрирован на рис. 7.



Рис. 6. Термоизолированный контейнер



Рис. 7. Активный воздушный контейнер

Таким образом, выбор между активными и пассивными системами, а также степень их автоматизации зависят от конкретных логистических задач, климатических условий и доступной инфраструктуры. Тем не менее, какие бы не использовались технические решения для поддержания микроклимата, без надлежащего контроля все это бессмысленно: системы не работают эффективно, ресурсы расходуются впустую, а требуемого результата нет.

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

В области регулирования процесса температурного мониторинга в настоящее время используются два отраслевых документа: Приказ МЗ РФ от 23.08.2010 № 706н и Решение ЕАЭС от 03.10.2016 № 80. При этом особая актуальность принадлежит документации системы менеджмента качества (СМК) конкретной организации, в частности по обеспечению условий, поддерживающих и гарантирующих обеспечение качества продукции. В частности, стратегия и тактика осуществления мониторинга условий транспортировки/хранения продукции. Так как требования к условиям транспортировки и хранения продукта утверждаются при его государственной регистрации, то необходимость в поддержании таких условий не подвергается сомнению. Это является регуляторным требованием, и его выполнение свидетельствует о надлежащей деятельности. При этом стратегия мониторинга температуры и влажности, как правило, определяется в организации в ходе оценки рисков. Типы мониторинга (активный/пассивный) при транспортировке также являются частью выбора стратегии и определяются внутри организации.

Современная логистика подвержена огромному количеству ранее обозначенных рисков. Интеграция технологии IoT (internet of things – Интернет вещей) обеспечивает оперативное реагирование на риски и позволяет своевременно минимизировать негативные последствия для качества продукции. Ввиду роста эксплуатационных расходов, затрат на трудовые ресурсы и других издержек, внедрение IoT-решений позволяет оптимизировать логистические процессы.

Технологии Интернета вещей IoT позволяют производить автоматизированный мониторинг местоположения грузовых судов и контейнеров, а также параметров микроклимата в грузовых отсеках, с последующим предупреждением о повреждениях. Кроме того, IoT упрощает учет товаров в складских помещениях. По всему миру все больше компаний использует эту технологию (рис. 8) [8]. Например,

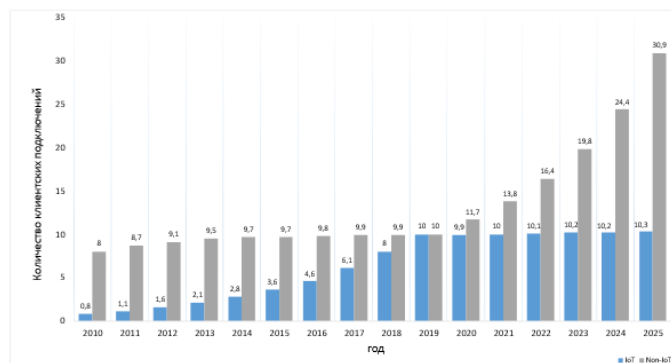


Рис. 8. Динамика числа подключенных к IoT устройств в мире (данные Statista)

компания SeaVantage³ использует IoT-сенсоры, чтобы отслеживать грузы клиентов в реальном времени (рис. 9).

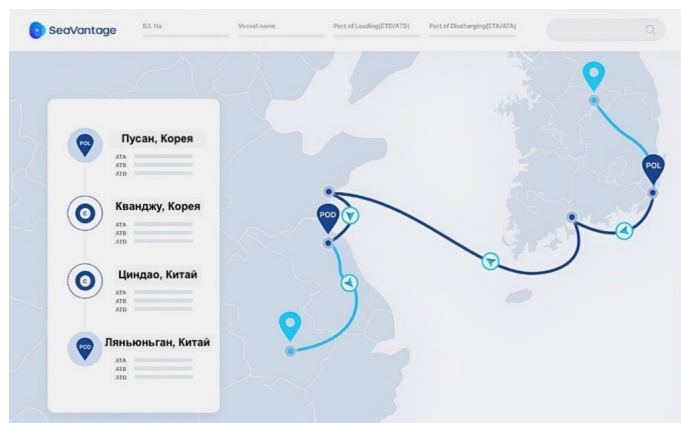


Рис. 9. Применение IoT-сенсоров, для отслеживания грузов клиентов онлайн

Современные системы мониторинга, такие как DSRC (Dedicated Short Range Communication) и TMEL (Electronic Temperature Monitoring and Event Logging), позволяют отслеживать температуру и влажность в режиме реального времени посредством спутниковой связи. Эти технологии не просто передают данные о состоянии продукции, но и автоматически регистрируют критические события (открытие дверей, сбой в системе охлаждения)⁴. Подробный срав-

нительный анализ существующих и перспективных систем мониторинга представлен в таблице.

Внедрение перспективных и функциональных систем мониторинга позволит упростить процесс контроля за условиями хранения и транспортировки ЛС и в тоже время увеличит возможности для контроля, что позволит сохранить их качество. Компания Unimon активно внедряет IoT-решения для систем мониторинга. Например, решение для управления системой мониторинга показано на рис. 10.

Для оптимизации операционной деятельности в фармацевтической логистике ключевым фактором выступает интеграция технологии IoT с другими информационными системами, включая WMS, ERP, TMS и цифровые двойники [9]. К примеру, подключение IoT к ERP-системам позволяет интегрировать данные с датчиков и оборудования в единую систему, что может повысить уровень управления перемещением ЛС.

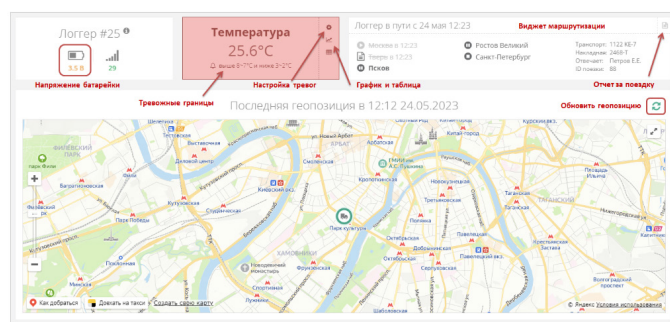


Рис. 10. Современное решение IoT – управление системой мониторинга UNIMON

³ Официальный сайт компании SeaVantage. – URL: <https://www.seavantage.com/cargo-monitoring> (дата обращения 29.04.2025).

⁴ U.S. Food and Drug Administration. FSMA Final Rule on Sanitary Transportation of Human and Animal Food. 2016. – URL: <https://www.federalregister.gov/d/2016-07330> (дата обращения: 29.04.2025).

Сравнительный анализ существующих и перспективных систем мониторинга

Характеристики, влияющие на изменения температуры хранения	Существующие системы мониторинга	Перспективные системы мониторинга
Интенсивность проведения операционных действий в помещении, где контролируются условия хранения	Сложно предсказуемая	Реально измеряемая
Смена систем поддержания температуры в помещении (работа основных и дублирующих систем)	Сложно предсказуемая	Реально измеряемая
Первоначальная температура размещаемых на хранение лекарственных средств	Учитывается только при температурном картировании	Реально измеряемая
Изменчивость работы систем поддержания температуры при длительном использовании	Сложно предсказуемая	Реально измеряемая
Температура (влажность) воздуха вне объема хранения	Учитывается только при температурном картировании	Реально измеряемая
Загруженность помещения для хранения лекарственных средств	Учитывается только при температурном картировании	Реально измеряемая

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Надлежащая транспортировка ЛС напрямую зависит от эффективности мониторинга соответствующих параметров среды. Современная холодовая цепь сталкивается с многочисленными рисками, такими как перепады температур, инфраструктурные сбои. Снизить данные риски позволяют резервные системы и гибкие маршруты.

Инновационные решения, такие как блокчейн (для прозрачности данных), искусственный интеллект (для предсказательного анализа) и 5G (для ускоренной передачи информации), отражают большой потенциал в повышении прозрачности процессов логистики ЛС, снижении издержек и обеспечении качества лекарственных препаратов.

Процесс цифровизации фармацевтической логистики развивается, однако внедрение IoT-решений сохраняет фрагментарный характер. Таким образом ключевым направлением дальнейшего развития холодовой цепи является внедрение комплексной системы мониторинга, отражающей современный уровень развития цифровых решений и эффективный риск-ориентированный подход.

**Рецензент: Фролов Вадим Анатольевич, доктор технических наук, начальник отдела ФГБУ «Институт стандартизации», г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: v.a.frolov@gostinfo.ru**

Список использованных источников и литературы

1. Калягин М., Гусева Е., Спирина Ю. Влияние температурных отклонений во время транспортировки на качество лекарственных средств // Сборник статей GDP Review5. 2024. С. 22–29.
2. Мамонов Д. Становление GDP // Сборник статей GDP Review5. 2024. С. 68–73.
3. Воронов А.В., Кухаренко А.В., Балдин С.Ю., Андреева И.Н., Казанцева М.М. Выработка требований к логистике термолabileльных лекарственных препаратов на 4 уровне «холодовой цепи» // Фундаментальные исследования. 2015. № 2–1. С. 63–67.
4. Wolfenstein K. Cold chain logistics with blockchain as a game changer for food and pharmaceuticals – traditional control procedures outdated [Электронный ресурс]. URL: <https://xpert.digital/en/cold-chain-blockchain/> (дата обращения: 29.04.2025).
5. Zhao Y., Zhang X., Xu X. Application and research progress of cold storage technology in cold chain transportation and distribution // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. – 2020. T. 139. С. 1419–1434.
6. Bogataj M., Bogataj L., Vodopivec R. Stability of perishable goods in cold logistic chains // International Journal of Production Economics. 2005. Vol. 93-94. С. 345–356.
7. Badia-Melis R., Mc Carthy U., Ruiz-Garcia L., Garcia-Hierro J., Robla Villalba J.. New trends in cold chain monitoring applications – A review // Food Control. – 2018. – Vol. 86. P. 170–182.
8. Аксенова Е.И., Горбатов С.Ю. Интернет медицинских вещей (IoMT): новые возможности для здравоохранения. – М.: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2021. – 36 с.
9. Федорова А.В., Шведенко В.Н. Концепция применения технологии цифровых двойников для объединения информационных систем нескольких предприятий в условиях их слияния // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2023. № 1 (71). С. 46–51.

COLD CHAIN IN RUSSIA: QUALITY ENSURING OF PHARMACEUTICAL SUPPLIES

Semakin F.N., Deputy General director for quality, FSUE Moscow Endocrine Plant, Moscow, Russia

Gamayunov I.A., Leading validation specialist, Validlab LLC, Moscow

Kaplin M.A., Head of validation group, Validlab LLC, Moscow

Spiridonova A.A., Ph.D. (Econ.), Associate Professor, Department of Metrology and Standardization, RTU MIREA, Moscow

The temperature and humidity control during medicine transportation remains the most important aspect of ensuring their quality and effectiveness. Due to the active import substitution in Russia this process is complicated by the lack of specialized equipment and technologies so it is necessary to introduce and develop new monitoring systems. Failure to observe the temperature and humidity levels can lead to a decrease in the effectiveness of drugs and serious health consequences. The importance of using modern technologies and integrated data management systems ensure continuous monitoring of temperature and humidity in real time is focused in the article. Special attention is paid to the solutions based on Internet of Things (IoT) technologies increase the reliability and efficiency of measurements as well as following global digitalization trends such as artificial intelligence and blockchain which are shaping the future development of the cold chain.

Keywords: cold chain, qualification, Internet of Things, digitalization, validation.

For citation: Semakin F.N., Gamayunov I.A., Kaplin M.A., Spiridonova A.A. Cold chain in Russia: quality ensuring of pharmaceutical supplies. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 5 (86): 37–43. (In Russ.).

References

1. Kalyagin, M., Guseva, E., Spirina, Yu. Vliyaniye temperaturnykh otkloneniy vo vremya transportirovki na kachestvo lekarstvennykh sredstv [Impact of temperature deviations during transportation on the quality of medicinal products]. Sbornik statey GDP Review5. 2024, pp. 22–29.
2. Mamonov, D. Stanovleniye GDP [Establishment of GDP]. Sbornik statey GDP Review5. 2024, pp. 68–73.
3. Voronov, A.V., Kukharensky, A.V., Baldin, S.Yu., Andreeva I.N., Kazanceva M.M. Vyrabotka trebovaniy k logistike termolabil'nykh lekarstvennykh preparatov na 4 urovne «kholodovoy tsepi» [Development of requirements for the logistics of thermolabile medicinal products at the 4th level of the «cold chain»]. Fundamental'nyye issledovaniya. 2015, no. 2-1, pp. 63–67.
4. Konrad Wolfenstein. Cold chain logistics with blockchain as a game changer for food and pharmaceuticals – traditional control procedures outdated. Available at: URL: <https://xpert.digital/en/cold-chain-blockchain/>
5. Zhao, Y., Zhang, X., Xu, X. Application and research progress of cold storage technology in cold chain transportation and distribution. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2020, vol. 139, pp. 1419–1434.
6. Bogataj, M., Bogataj, L., Vodopivec, R. Stability of perishable goods in cold logistic chains. International Journal of Production Economics. 2005, vol. 93–94, pp. 345–356.
7. Badia-Melis, R., Mc Carthy, U., Ruiz-Garcia, L., Garcia-Hierro, J., Robla Villalba, J. New trends in cold chain monitoring applications – A review. Food Control. 2018, vol. 86, pp. 170–182.
8. Aksenova, E.I., Gorbato, S.Yu. Internet meditsinskikh veshchey (IoMT): novyye vozmozhnosti dlya zdravookhraneniya [Internet of Medical Things (IoMT): new opportunities for healthcare]. Moscow, GBU «NII OZMM DZM», 2021, 36 p.
9. Fedorova, A.V., Shvedenko, V.N. Kontseptsiya primeneniya tekhnologii tsifrovyykh dvoynikov dlya ob'yedineniya informatsionnykh sistem neskol'kikh predpriyatiy v usloviyakh ikh sliyaniya [Concept of applying digital twin technology for integrating information systems of multiple enterprises under merger conditions]. Informatsionno-ekonomicheskiye aspekty standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniya. 2023, no. 1 (71), pp. 46–51.

ОСОБЕННОСТИ МАРКИРОВКИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Иванилова И.Г., канд. техн. наук, доцент, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», г. Москва

Предлагается обзор законодательных требований к маркировке пищевой продукции в государствах различных географических регионов – Великобритании, Канаде и Китае. Проведено исследование по определению установленных зарубежных требований, отличающихся от требований к маркировке в России. Государственные механизмы регулирования требований к маркировке пищевой продукции обеспечивают специфику установления норм в исследуемых государствах. Проведено сравнение подходов к маркировке пищевой продукции в зависимости от особенностей приоритетных направлений государственных политик в части обеспечения безопасности пищевой продукции и информирования потребителей в государствах. Представлены и систематизированы данные об особенностях регулирования, определены основные отличительные признаки и ключевые характеристики зарубежных требований к маркировке, отличные от требований технических регламентов Евразийского экономического союза.

Ключевые слова: маркировка пищевой продукции, особенности маркировки, сравнение маркировки.

Цитирование: Иванилова И.Г. Особенности маркировки пищевой продукции в России и за рубежом // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5 (86). С. 44–50.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях глобализации мирового рынка пищевой продукции одним из инструментов нетарифного регулирования и преодоления технических барьеров в торговле является гармонизация требований в части маркировки этой продукции.

В XX веке в Советском Союзе упаковка продуктов была малоинформативной и преимущественно стандартной. Она выполняла главным образом защитные функции, а многие информационные элементы отсутствовали или были непонятны потребителю. В 1990-е годы на российский рынок хлынул поток импортных товаров с маркировкой на иностранных языках или вовсе без нее. Действующий закон «О защите прав потребителей» декларировал право потребителя на достоверную информацию, но не устанавливал конкретные аспекты этой информации. В этой связи введенный новый ГОСТ Р 51074–2003 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования» [1] был единственным инструментом, устанавливающим требования к маркировке пищевых продуктов с учетом их отраслевой принадлежности. Действующая версия содержит изменения, вызванные вступлением в силу ТР ТС 022/2011 [2], однако стандарт продолжает быть актуальным, поскольку содержит, например, определения «срок хранения» и «срок реализации», не установленные техническими регламентами. Этот документ был положен в основу разработки ТР ТС 022/2011.

ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА СТАТЬИ

Несмотря на очевидное сходство общих требований к маркировке пищевой продукции (обязательное наименование продукта, указание срока годности, состава, производителя и т.д.) имеются существенные различия как в концепции государственного регулирования, так и в конкретных нормативных характеристиках. Рассмотрим результат обзора нормативных актов Великобритании, Канады и Китая, регулирующих информацию для потребителя и требования к этикеткам.

Великобритания

После выхода из ЕС британское законодательство сохранило многие европейские нормы и продолжает следовать принципам Регламента (EU) No. 1169/2011 [3].

Законодательная база Великобритании, устанавливающая различные аспекты требований к маркировке пищевой продукции, приведена в табл. 1.

Ключевыми характеристиками британской маркировки, отличными от ТР ТС, являются:

– возможность указания минимального срока годности, а не конкретного срока окончания;

Таблица 1

Законодательство Великобритании применительно к маркировке

Наименование документа	Назначение документа
1. Food Safety Act [4]. «Закон о безопасности пищевых продуктов», 1990 г.	Основной закон о безопасности пищевых продуктов в Великобритании, принятый парламентом Соединенного Королевства. Обязывает контролировать и регулировать обращение с пищевой продукцией, предназначенной для потребления человеком.
2. Consumer Rights Act [5]. «Закон о защите прав потребителей», 2015 г.	Закон регулирует отношения между потребителями и бизнесом. В нем определены современные рамки прав потребителей, где в части требований к маркировке пищевой продукции установлены обязательства производителей и продавцов предоставлять точную и достоверную информацию.
3. Regulation (EU) No. 1169/2011 [3]. Регламент (ЕС) №1169/2011 Европейского парламента и Совета от 25 октября 2011 года о предоставлении пищевой информации потребителям	Устанавливает общие принципы, требования и зоны ответственности, регулирующие информацию о пищевом продукте, и в частности маркировку пищевых продуктов. Он определяет средства, которые гарантируют право потребителей на информацию, и процедуры предоставления информации о пищевом продукте, принимая во внимание необходимость обеспечения достаточной гибкости, чтобы реагировать на будущие модификации и новые требования к предоставлению информации.
4. Regulation (EC) No. 1333/2008 [6]. Регламент Европейского Союза (ЕС) №1333/2008 от 16 декабря 2008 года «О пищевых добавках»	Устанавливает списки утвержденных пищевых добавок, условия использования пищевых добавок в пищевой продукции и правила маркировки пищевых добавок, реализуемых в качестве таковых.
5. Food Information Regulations [7]. Правила информирования о продуктах питания, 2014 год	Правила применяются к маркировке товаров, расфасованных для продажи, и к предоставлению информации о не расфасованных товарах в Великобритании. Цель правил – реализовать требования европейского Регламента (ЕС) № 1169/2011 о предоставлении пищевой информации потребителям. Правила распространяются на Англию, Шотландию, Уэльс и Северную Ирландию, адаптируя европейский Регламент № 1169/2011 к реалиям внутреннего рынка Великобритании, позволяя местным органам власти обеспечивать соблюдение Регламента (ЕС) № 1169/2011. Дополнительно установлены правила исполнения и интерпретации нормативов в каждом регионе страны. Пересматриваются ежегодно.
6. The Food Information (Wales) Regulations [8]. Правила информирования о продуктах питания (Уэльс), 2014 год	Правила применяются к маркировке товаров, расфасованных для продажи, и к предоставлению информации о не расфасованных товарах в Уэльсе. Правила позволяют местным органам власти Уэльса обеспечивать соблюдение Регламента (ЕС) № 1169/2011 о предоставлении потребителям информации о пищевой продукции.
7. The Food Information (Scotland) Regulations [9]. Правила информирования о продуктах питания (Шотландия) 2014 год	Правила применяются к маркировке товаров, расфасованных для продажи, и к предоставлению информации о не расфасованных товарах в Шотландии. Правила позволяют местным органам власти Шотландии обеспечивать соблюдение Регламента (ЕС) № 1169/2011 о предоставлении потребителям информации о пищевой продукции.
8. The Food Information Regulations (Northern Ireland) [10]. Правила информирования о продуктах питания (Северная Ирландия) 2014 год	Правила применяются к маркировке товаров, расфасованных для продажи, и к предоставлению информации о не расфасованных товарах в Северной Ирландии. Правила позволяют местным органам власти Северной Ирландии обеспечивать соблюдение Регламента (ЕС) № 1169/2011 о предоставлении потребителям информации о пищевой продукции.
9. Weights and Measures (Food) Regulations. 2014 [11]. Правила о мерах и весах (пищевые продукты) 2014 год	Правила регулируют требования к маркировке количества предварительно упакованных пищевых продуктов.
10. Regulation (EC) No 1830/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 concerning the traceability and labelling of genetically modified organisms and the traceability of food and feed products produced from genetically modified organisms and amending Directive 2001/18/EC [12]. Регламент Европейского Парламента и Совета от 22 сентября 2003 года № 1830/2003 «Относительно отслеживаемости и этикетирования генетически модифицированных организмов и отслеживаемости продовольственных и кормовых продуктов, полученных из генетически модифицированных организмов, с поправками в Директиву 2001/18/ЕС»	Предусмотрены основные принципы отслеживаемости продукции, состоящей из / или содержащей ГМО, и продукты питания и корма, произведенные из ГМО, и ставятся задачи обеспечения точности этикетирования, мониторинга их воздействия на окружающую среду и здоровье человека, а также осуществления мероприятий по управлению соответствующими рисками, в том числе изъятию продукции из обращения.

- маркировка аллергенов, которые выделяются особым шрифтом или цветом;

– упрощенные правила маркировки допускаются для мелких партий продуктов и специфичных групп товаров;

– порядок применения терминов «Natural» и «Fresh».

– обязательная подробная информация о пищевой ценности в виде специальной таблицы;

– обязательность указания содержания глютена;

– аллергенные ингредиенты выделяются крупным шрифтом или отдельным списком;

– более широкое использование специализированных символов и пиктограмм для облегчения понимания информации;

– регулирование оформления и дизайна этикеток для защиты потребителей от недостоверной информации;
- Термин «natural» («натуральный») разрешено применять только к продуктам, которые получены без искусственных добавок и химических обработок.

Термины «fresh» («свежий») или «raw» («сырой») допустимы только для свежих продуктов без тепловой обработки.

Канада

Документы, устанавливающие требования и регулирующие маркировку продукции в Канаде, представлены в табл. 2.

Канадская система маркировки направлена на повышение осведомленности потребителей о содержании компонентов. Ее отличительными особенностями являются:

- если продукт изготовлен из сырья животного происхождения, необходимо указать способ выращивания и кормления животных;

– отсутствие правил специальной маркировки генно-модифицированных продуктов; нанесение соответствующей информации является добровольным [16].

Таблица 2

Законодательство Канады применительно к маркировке

Наименование документа	Назначение документа
1. Food and Drugs Act (FDA) [13]. «Закон о пищевых продуктах и лекарствах»	Регулирует безопасность и маркировку пищевой продукции. Устанавливает требования при производстве, импорте, экспорте, транспортировке по провинциям и продаже пищевой продукции, лекарств, контрацептивов и косметики, в том числе к информации на упаковке, и запрет на вводящую в заблуждение информацию
2. Safe Food for Canadians Act (SFCA) [14]. «Закон о безопасных продуктах питания для канадцев»	Улучшенная система обеспечения безопасности пищевой продукции и управления рисками для защиты канадских семей
3. Consumer Packaging and Labelling Act (CPLA) [14]. «Закон о потребительской упаковке и маркировке»	Регулирует упаковку, маркировку, продажу, импорт и рекламу фасованных и других потребительских товаров в Канаде
4. Food and Drug Regulations (FDR) [15]. «Правила регулирования пищевых продуктов и лекарственных средств»	Направлен на защиту здоровья и безопасности жителей страны при продаже пищевой и лекарственной продукции. Регламент устанавливает особые требования к маркировке, упаковке, производству, импорту и распространению пищевой продукции и лекарств
5. Safe Food for Canadians Regulations (SFCR) [14]. «Правила обеспечения безопасности пищевых продуктов для канадцев»	Устанавливает правила и требования, которые должны соблюдать производители, импортеры и продавцы пищевой продукции. формирует единые правила игры на рынке, поддерживает доверие потребителей к продукции местного производства, устанавливает общие наименования для пищевой продукции. Например, термины "fresh" ("свежий") или "raw" ("сырой") допустимы только для свежих продуктов без тепловой обработки или консервирования. Информация должна быть представлена на двух государственных языках (английский и французский)
6. Canadian Food Compositional Standards (CFCS) [14]. Канадские стандарты состава пищевых продуктов	Национальный нормативный документ, предназначенный для поддержания высоких стандартов качества и безопасности продуктов питания, реализуемых на территории страны. Предусматривает правила маркировки продуктов. Устанавливает стандарты для определенной пищевой продукции. Эти стандарты пищевой продукции сгруппированы по видам продукции в 19 томах и устанавливают требования к составу, чистоте и качеству конкретной продукции. Обеспечивают прозрачность состава для продукции, которая импортируется в Канаду или которой торгуют между провинциями и территориями

Китай

Китайская система отличается высокой степенью контроля за качеством и безопасностью пищевой продукции.

Законодательство в отношении информирования населения о пищевой продукции на территории КНР изложено в табл. 3.

Основной упор делается на выполнении предписаний китайских стандартов серии GB, т. е. применяется двухступенчатая система регулирования – законодательство и обязательные обеспечивающие стандарты¹. Спецификой китайской маркировки являются:

- детальная информация о пищевой ценности, представленная в требуемом формате;
- ограничения на использование англоязычных терминов, поддержка двуязычности;
- более жесткие требования к указанию возможной принадлежности продукта к группе ГМО.

¹ В России и странах-членах ЕАЭС стандарты на продукцию, обеспечивающие требования технических регламентов, являются добровольными.

В части регулирования ГМО установлены в том числе следующие отличительные требования:

- определено 17 видов продуктов из пяти сельскохозяйственных культур (сои, хлопка, кукурузы, помидоров и ямса), которые подлежат обязательной маркировке;
- если содержание ГМО превышает установленный порог (0,01%)², на упаковке обязательно должно быть указано наличие ГМО [17];
- визуальное выделение соответствующей информации на упаковке (цветом, размером шрифта или рамкой);
- указание точного вида и типа ГМО, содержащихся в продукте.

² ТР ТС 022/2011, статья 4: В случае если изготовитель при производстве пищевой продукции не использовал генно-модифицированные организмы, то 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.

Таблица 3

Законодательство Китая применительно к маркировке

Наименование документа	Назначение документа
1. Food Safety Law of the People's Republic of China [17]. «Закон о безопасности продуктов питания Китайской Народной Республики», 2009 год	Основной закон устанавливает, что маркировка пищевой продукции регулируется принятыми государственными стандартами качества продуктов питания GB*, которые являются обязательными для применения
2. GB 7718–2011 (Standard for labeling of prepackaged foods) [18]	Национальный стандарт по маркировке пищевой продукции, который регламентирует общие правила маркировки расфасованной пищевой продукции, гармонизирован с международными стандартами и правилами Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО)
3. GB 28050–2011 (Standard for nutrition labeling of prepackaged foods) [19]	Национальный стандарт по обозначению пищевой ценности расфасованной пищевой продукции. Разработан с целью установления основных принципов и конкретных требований к указанию информации о пищевой ценности в маркировке предварительно упакованной пищевой продукции
4. GB 29924–2013 (General rules for the labeling of food additives) [19]	Общий стандарт по маркировке пищевых добавок. Определяет требования к маркировке пищевых добавок и включает область применения, терминологию, основные требования, рекомендации по содержанию и условия маркировки
5. GB 2760–2024 (National Food Safety Standard – Standards for the Use of Food Additives) [19]	Национальный стандарт применения пищевых добавок. Стандарт определяет виды и наименования пищевых добавок, разрешенных к применению в стране, а также область применения и количество использования для каждой добавки. Также стандарт устанавливает принципы использования пищевых добавок, включая базовые требования, условия применения и принципы введения
6. Regulations on the Administration of Safety of Agricultural Genetically Modified Organisms. «Положение о порядке обеспечения безопасности ГМО в сельском хозяйстве», утверждено приказом Госсовета КНР от 23.05.2001 г. № 304 [20]	Положение регулирует вопросы производства, использования и маркировки продуктов, содержащих генетически модифицированные организмы (ГМО)

* GB («Го Бяо») в переводе с китайского означает «национальный стандарт».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Государственные механизмы регулирования маркировки пищевой продукции отражают и обеспечивают специфику требований. Главным образом это обусловлено национальными приоритетами государств в отношении информации, предоставляемой потребителю на упаковке.

В России требования к маркировке определены в технических регламентах Евразийского Экономического Союза с целью формирования условий для свободного движения товаров между государствами – членами ЕАЭС. Законодательство основано на установлении единых подходов к указанию информации, выносимой на упаковку пищевой продукции.

Великобритания находится в процессе адаптации к новым обстоятельствам после выхода из Евросоюза в 2020 году. На данный момент законодательство в большей степени продолжает опираться на регламенты Евросоюза с целью сохранения соответствия пищевой продукции региональным директивам и конкурентоспособности на рынке. Допускается возможность самостоятельного специфического регулирования в исторических регионах Великобритании.

Канада нацелена на продвижение здорового питания для улучшения благополучия населения. Государство стремится к обеспечению рационального подхода для принятия обоснованных решений о питании.

Китай по сравнению с другими государствами акцентирует внимание на жестком контроле производства, оборота и реализации пищевой продукции, придерживаясь строгого

соответствия национальным стандартам безопасности, при этом устанавливает отдельные более жесткие нормы.

В результате проведенного сравнительного анализа установлено, что, несмотря на различия в приоритетных направлениях стратегий государств применительно к рассматриваемой теме, все государства предъявляют обязательные требования к следующим характеристикам на упаковке:

- наименование продукции;
- состав ингредиентов и аллергены;
- количество продукции;
- срок годности;
- наименование и место нахождения изготовителя;
- пищевая ценность;
- условия хранения и инструкции по использованию.

Такое сходство свидетельствует о гармонизации национальных требований с международными в части предоставления минимальной обязательной информации, необходимой для идентификации продукции. Но тем не менее полный перечень позиций, подлежащих обязательному указанию на упаковке, а также формат их представления отличаются и будут рассмотрены далее.

Рецензент: Будкин Юрий Валерьевич, доктор технических наук, доцент, советник генерального директора, директор научного центра ФГБУ «Институт стандартизации», г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: y.v.budkin@gostinfo.ru

Список использованных источников и литературы / References

1. ГОСТ Р 51074–2003. Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 29 декабря 2003 г. № 401-ст. / GOST R 51074–2003. Produkty pishchevye. Informatsiya dlya potrebitelya. Obshchie trebovaniya. natsional'nyy standart Rossiyskoy Federatsii [Food Products. Consumer Information. General Requirements.: National Standard of the Russian Federation]. 29.12.2003 g. N 401-st.
2. 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. / Tekhnicheskii regulament Tamozhennogo soyuza «Pishchevaya produktsiya v chasti ego markirovki» (TR TS 022/2011) [Technical Regulation of the Customs Union “Food Products Concerning their Labelling” (TR CU 022/2011)] Utverzhen Resheniyem Komissii Tamozhennogo soyuza ot 9 dekabrya 2011 goda N 881.
3. 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>
4. The Food Safety Act 1990, No. 16 / Act of the Parliament of the United Kingdom. Adopted on June 29, 1990. with all changes known to be in force on or before 01 July 2025 URL: <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/1990/16/contents>

5. The Consumer Rights Act 2015 (c. 15) / Act of the Parliament of the United Kingdom. URL: https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2015/15/pdfs/ukpga_20150015_en.pdf
6. Regulation (EC) No 1333/2008 «On food additives» of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2008/1333/oj/eng>
7. Food Information Regulations 2014: Summary guidance for food business operators and enforcement officers in Scotland, Wales and Northern Ireland. URL: <https://www.food.gov.uk/sites/default/files/media/document/food-information-regulations-2014-summary-guidance-for-food-business-operators-and-enforcement-officers-in-wales-northern-ireland-and-scotland-updated-2020.pdf>
8. The Food Information (Wales) Regulations 2014 URL: <https://www.legislation.gov.uk/wsi/2014/2303/contents>
9. Food Information (Scotland) Regulations URL: <https://www.legislation.gov.uk/ssi/2014/312/contents>
10. The Food Information Regulations (Northern Ireland) URL: <https://www.legislation.gov.uk/nisr/2014/223/contents>
11. The Weights and Measures (Food) (Amendment) Regulations 2014. Accepted by the UK URL: <https://www.legislation.gov.uk/ukxi/2014/2975/contents/made>
12. Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 concerning the traceability and labelling of genetically modified organisms and the traceability of food and feed products produced from genetically modified organisms and amending Directive 2001/18/EC. URL: <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC040273/>
13. Food and Drugs Act (R.S.C., 1985, c. F-27) / Act of the Parliament of Canada. Adopted on January 1, 1985. Last amended 2025-03-27 URL: <https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/f-27/>
14. Web-site of Laws on Justice / [Electronic resource] // Government of Canada : [website]. – URL: [https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/C.R.C.,_c._870/index.html](https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/C.R.C.,_c._870/index.html)
15. The Food and Drug Regulation (C.R.C., c. 870) / Act of the Parliament of Canada. Last amended on 31.05.2025. URL: [https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/c.r.c.,_c._870/index.html](https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/c.r.c.,_c._870/index.html)
16. Пехтерева Е.А., Регулирование внедрения ГМО в производство продуктов питания: пример Канады // PCM. 2023. №1 (118). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/regulirovanie-vnedreniya-gmo-v-proizvodstvo-produktov-pitaniya-primer-kanady> дата обращения: 02.07.2025 / Pekhtereva, E.A. Regulirovanie vnedreniya gmo v proizvodstvo produktov pitaniya: primer Kanady [Regulation of GMOS integration into food production: the Canadian example]. RSM. 2023. №1 (118). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/regulirovanie-vnedreniya-gmo-v-proizvodstvo-produktov-pitaniya-primer-kanady>
17. 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](http://www.npc.gov.cn/zgrdw/englishnpc/Law/2011-02/15/content_1620635.htm)
18. Ромашкин Р.А., Сеитов С.К., Самушия А.Я. Регулирование импорта и требования к маркировке продукции, содержащей ГМО, в России и Китае: возможности для гармонизации национального законодательства, МГУ им. М.В. Ломоносова, 06.09.2023. – URL: <https://ecfs.msu.ru/resources/analytics/regulirovanie-importa-i-trebovaniya-k-markirovke-produkcii,-soderzhashhej-gmo,-v-rossii-i-kitae-vozmozhnosti-dlya-garmonizatsii-natsionalnogo-zakonodatelstva> дата обращения: 01.07.2025 / Romashkin, R.A., Seitov, S.K., Samushiya, A.Ya. Regulirovanie importa i trebovaniya k markirovke produktsii, soderzhashchej GMO, v Rossii i Kitae: vozmozhnosti dlya garmonizatsii nacional'nogo zakonodatel'stva [Regulation of import and labelling requirements for products containing genetically modified organisms in Russia and China: opportunities for harmonization of national legislation] MGU im. M.V. Lomonosova, 06.09.2023 url: <https://ecfs.msu.ru/resources/analytics/regulirovanie-importa-i-trebovaniya-k-markirovke-produkcii,-soderzhashhej-gmo,-v-rossii-i-kitae-vozmozhnosti-dlya-garmonizatsii-natsionalnogo-zakonodatelstva>
19. China National Standards. – URL: [https://www.gbstandards.org/China_Food_Standards/](https://www.gbstandards.org/China_Food_Standards/)
20. Regulations on Administration of Agricultural Genetically Modified Organisms Safety Decree No. 304 of the State Council of the People's Republic of China, Promulgated on May 23, 2001. URL: https://english.mee.gov.cn/Resources/laws/regulations/Natural_Conservation_Biosafety/201708/t20170803_419103.shtml

FEATURES OF FOOD PRODUCT LABELING IN RUSSIA AND ABROAD

Ivanilova I.G., Ph.D., associate professor, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow

This paper provides an overview of legislative requirements for food product labeling in different geographical regions including the United Kingdom, Canada, and China. A study was conducted to identify established foreign regulations that differ from Russian labeling standards. The state regulatory mechanisms governing food product labeling ensure specific norms within each country under investigation. Comparisons are made between approaches to food product labeling based on distinct priorities in national policies concerning food safety assurance and consumer information provision across these countries. Data regarding regulatory peculiarities have been presented and systematized, highlighting major distinctive features and key characteristics of foreign labeling requirements which diverge from those set by the technical regulations of the Eurasian Economic Union.

Keywords: food product labeling, labeling features, labeling comparison.

For citation: Ivanilova I.G. Features of food product labeling in Russia and abroad. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 5 (86): 44–50. (In Russ.).

ИНТЕГРАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В ПРОЕКТЫ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ

Ананьева-Губич Н.В., аспирант, ФГБУ «НИЦИ МИД России», г. Москва

Цель работы: теоретическое обоснование перспектив расширения механизмов реализации проектов комплексного развития территории в формате государственно-частного партнерства (ГЧП).

Методология: использованы методы контент-анализа научных источников, логического, статистического и ретроспективного анализа.

Результаты: установлено, что применение кластерной политики, как инновационного подхода в области интеграции ГЧП, способствует созданию благоприятной среды для инноваций и экономического роста. Она позволяет агрегировать ресурсы и знания, что оказывает влияние на общую эффективность проектов. Стратегия, основанная на устойчивом развитии, нацелена на обеспечение улучшения качества жизни населения через инновационные изменения в инфраструктуре, активизацию агротуристических инициатив, которые поддерживают культурное наследие и повышают инвестиционную привлекательность региона.

Ключевые слова: государственно-частное партнерство, комплексное развитие территорий, кластерная политика, эволюционно-институциональный подход, инновационные технологии, блокчейн.

Цитирование: Ананьева-Губич Н.В. Интеграция механизмов государственно-частного партнерства в проекты комплексного развития территории // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5 (86). С. 51–57.

ВВЕДЕНИЕ

В данной статье проанализирована интеграция механизмов государственно-частного партнерства (ГЧП) в контексте проектов комплексного развития территорий (КРТ), с особым акцентом на село Галицино в Адлерском районе муниципального образования города-курорта Сочи. Сочи входит в топ-3 ключевых туристических направлений в России, принимая 5% общероссийского турпотока и 36% туристского потока Краснодарского края. Основные зоны концентрации туристского потока – прибрежные территории (преимущественно Центрального и Адлерского района), а также территории горного кластера, в меньшей степени задействованные в реализации туристского продукта. Население приморских поселений превысило показатели генпланов. Это способствовало формированию максимальной среды внутренних водоемов России демографической плотности в Черноморском бассейне – 91 чел./км² (коэффициент антропогенного давления $K=6.2$). Сравнительные данные: Балтийское море – 49 чел./км² ($K=3.6$), Онежское озеро – 9.7 чел./км² ($K=0.8$). Протяженность города Сочи по береговой линии Черного моря – около 145 км. Ретроспективный анализ указывает на увеличение территории города за счет развития некогда сельских территорий, что является актуальным и в настоящее время.

Предложенная к рассмотрению территория интересна своим выгодным местоположением в зоне тройной доступности (15 км от аэропорта Сочи, 8 км от черноморского побережья, 20 км от горнолыжного кластера «Красная Поляна»), экономическим, агротуристическим и рекреационным потенциалом. Территория уникально сочетает приморский и предгорный ландшафты. Однако в последние годы наблюдается резкий отток населения (с 991 чел. в 2010 г. до 134 чел. в 2025 г.). Преобладают мелкотоварное сельское хозяйство субтропических культур и сезонный агротуризм. Потенциал недозагружен на 70% из-за отсутствия перерабатывающих мощностей и маркетинговой поддержки. Реализация проекта КРТ позволит создать прецедент для 15+ сельских территорий Черноморского побережья с демографической плотностью >50 чел./км².

В настоящее время основное инвестиционное внимание направлено на развитие крупных муниципальных территориальных единиц города-курорта Сочи. При этом незаслуженно оставлены без внимания огромные территории, которые можно развивать в соответствии с современными инновационными технологиями, но при этом сохранять глобальную экосистему региона и территориальную аутентичность. Стратегией социально-экономического развития муниципального образования городской округ города-ку-

порта Сочи Краснодарского края на период до 2035 года принята бассейновая¹ структуризация направления развития территорий для решения задач по преобразованию Сочи в инновационный город-курорт. Возникает актуальная исследовательская задача по разработке научно обоснованных механизмов, обеспечивающих устойчивое функционирование сельских поселений как ключевого звена в агропроизводстве субтропиков и способствующих преодолению негативных тенденций, обуславливающих социально-экономическую стагнацию локальных территориальных образований.

В последние годы в России наблюдается активное развитие законодательных инициатив, направленных на стимулирование ГЧП в различных сферах, включая аграрный сектор и развитие инфраструктуры. Это делает необходимым рассмотрение, как данные механизмы могут способствовать решению существующих проблем и созданию условий для устойчивого развития территории и формированию благоприятной инновационной среды. В статье представлен анализ кластерной концепции планирования территорий, рассмотрена важность создания институциональной среды для достижения целей, обоснован выбор современных технологических решений, внедрение которых позволит создать прозрачную финансовую составляющую реализуемых проектов.

Государственно-частное партнерство функционирует как ключевая институциональная платформа для кооперации государства и бизнеса, в том числе в территориальном развитии. Данный механизм обеспечивает эффективное взаимодействие государственных ресурсов и инновационного потенциала частного сектора, способствуя преодолению барьеров, связанных с высокими первоначальными капитальными затратами и технологическими рисками при внедрении инновационных решений. Его интеграция в проекты комплексного развития территорий видится как наиболее удобный инструмент их реализации. Однако в настоящее время наблюдается тенденция к реализации квазипроектов. Как показала практика, проекты КРТ в Сочи реализуются в основном в формате отдельных многоквартирных жилых комплексов с интегрированной инфраструктурой, что лишает территории потенциала существующих возможностей.

Интеграция механизмов ГЧП не в единичные инфраструктурные объекты, а в целостный территориальный комплекс создаст основу для реализации программ комплексного развития региона в целом, снимая основной вопрос финансирования проектов. Программы комплексного развития региона направлены на решение этих задач, однако, несмотря на наличие законодательной базы, на практике

сталкиваются с множеством ограничений. Некоторые из этих проблем – это отсутствие компетенции и комплексного подхода к реализации инициатив как государства, так и бизнеса по вопросам ГЧП, несовершенство законодательной базы (отсутствие целостной системы регулирования, регламентирующей функционирование ГЧП), отсутствие механизмов эффективного финансирования [1], неготовность государства передавать социально значимые объекты в управление частному бизнесу, отсутствие систематизации работы по передаче в частные руки государственного имущества, проблема невыполнения госструктурами своих обязательств по сделке. Эти факторы значительно осложняют процесс внедрения и эффективного функционирования ГЧП, требуя пересмотра подходов и методов работы.

Кроме того, экономические факторы, такие как уровень инвестиций и общая экономическая стабильность региона, оказывают значительное влияние на успешность реализации проектов ГЧП. Успешное внедрение механизмов ГЧП в проекты КРТ может привести к экономическому росту через рост производительности, конкуренции, создание рабочих мест, инвестиций и улучшение качества жизни населения [2].

Целью исследования является разработка концептуально-методологических основ для расширения инструментария реализации проектов комплексного развития территорий посредством механизмов государственно-частного партнерства, включая анализ и систематизацию факторов, детерминирующих их эффективность в данном контексте. Достижение цели исследования предопределило необходимость выявления факторов эффективности, оценки применимости ГЧП именно в контексте КРТ и разработки практических рекомендаций по совершенствованию механизмов ГЧП и институционально-правовой среды для повышения эффективности реализации проектов комплексного развития территорий.

МЕТОДОЛОГИЯ И ИНСТРУМЕНТАРИЙ ЭФФЕКТИВНОЙ ИНТЕГРАЦИИ МЕХАНИЗМОВ ГЧП В ПРОЕКТЫ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Правовая база, регулирующая ГЧП, включает различные федеральные законы, среди которых выделяются федеральные законы № 115-ФЗ от 21.07.2005 г.² «О концессионных соглашениях» и № 224-ФЗ от 13.07.2015 г. «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», согласно которым концессионные соглашения направлены на привлечение инвестиций и улучшение ис-

¹ Территориальное планирование, где территория рассматривается как совокупность природных комплексов – речных бассейнов, связанных общим стоком воды.

² Федеральный закон от 21.07.2005 г. № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях» (ред. от 29.12.2022).

пользования государственного и муниципального имущества для обеспечения эффективного предоставления услуг населению³.

ГЧП на основе комплексного развития территории позволяет реализовать проекты, направленные на создание благоприятных условий проживания граждан, обновление среды жизнедеятельности и территорий общего пользования поселений и городских округов. ГЧП в рамках КРТ обеспечит:

1. Возможность распределять затраты на инженерную инфраструктуру (очистные сооружения, дороги) между всеми участниками проекта, что увеличивает ROI для инвесторов.
2. Право эксплуатировать введенные объекты (например, платные парковки, экогостиницы) – не только у администрации населенного пункта, но и у коммерческой структуры, что генерирует стабильный денежный поток.
3. Упрощение процедуры внесения изменений в генпланы городов и правил землепользования и застройки.

Для реализации проектов комплексного развития территорий возможной основой могут выступить следующие подходы:

1. Интегрированное планирование – этот подход подразумевает сочетание различных видов разрешенного использования участков земли (жилищное, коммерческое, рекреационное), что может потребовать внесения изменений в Правила землепользования Сочи.
2. Принципы устойчивого развития в градостроительстве для создания экологически безопасных и социально-экономически выгодных территорий. Примеры устойчивой инфраструктуры могут включать в себя солнечные и ветряные электростанции, вертикальное озеленение, системы управления водными ресурсами (например, дождевые сады), экологически чистые транспортные решения (велодорожки и электробусные маршруты) и умные системы управления городским трафиком.
3. Вовлечение различных заинтересованных сторон (государственных структур, бизнеса, местного сообщества) в процесс планирования и реализации проектов способствует более эффективному использованию ресурсов и повышению ответственности за результат.
4. Краудсорсинг и причастность – активное привлечение местных жителей к обсуждению и разработке проектов по развитию территории – помогает учитывать их потребно-

сти и предпочтения, что ведет к созданию более приемлемых и успешных решений.

5. Современные технологии (например, цифровые двойники регионов) для моделирования различных сценариев развития помогут более точно оценить влияние предлагаемых решений на социально-экономическую ситуацию в регионе.
6. Браунфилд и редевелопмент для нового развития территорий может снизить давление на незастроенные земли и оптимизировать использование имеющихся ресурсов. Пример Италии (Тоскана) в передаче исторических объектов в управление бизнесу с налоговыми каникулами при условии сохранения аутентичности показал хороший экономический результат.
7. Инновационные технологии и методы в строительстве и управлении территорией (например, «умные города», устойчивое строительство) позволят повысить эффективность процессов и улучшить качество жизни.
8. Принципы гибкого зонирования для обеспечения разнообразия функционального использования участков и адаптивности территорий к изменениям в экономической и социальной сферах.

С точки зрения Дагласа Норта, основные причины, а также основные результаты роста экономики страны, состоят в следующем: во-первых, это внедрение технологий, способных обеспечить реализацию новаторского подхода к организации разных видов деятельности, разных процессов; во-вторых, это повышение образовательного уровня в стране; и, наконец, в третьих, это наращивание капитала. Ключевую роль в достижении этого играют институты, задавая правила и механизмы взаимодействия между экономическими субъектами. Оптимизация создания и функционирования ГЧП требует комплексного анализа институциональной среды, включая неформальные институты, которые могут существенно влиять на экономический рост [4, 5].

Видится целесообразным прийти к концепции направленной эволюции, что позволит обеспечить все необходимые условия для естественной трансформации соответствующих институциональных форм [6]. Это путь системных универсальных трансформаций, что обеспечит планомерное изменение постоянно взаимодействующих формальных институтов (законы, контракты) и неформальных (традиции, доверие), создавая адаптивную среду для ГЧП. Без этого новые модели сотрудничества (на основе технологий) конфликтуют со старыми нормами, блокируя проекты. Параллельное существование старых и новых технологий требует гибридных институциональных форм. Например, тестирование ИИ-инфраструктуры в ГЧП при сохранении общих норм демонстрирует формальные правила. При этом

³ Федеральный закон от 13.07.2015 № 224-ФЗ «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (ред. от 30.11.2024).

сохраняется необходимость неформальных практик, таких как замещение устаревших стандартов через переговоры между государством и бизнесом. Упорядоченная трансформация создает сбалансированную институциональную среду, где «старые» правила постепенно делегируют функции «новым» в рамках единого правового поля, способствуя оптимизации создания и функционирования ГЧП.

Важным аспектом повышения эффективности проектов комплексного развития является создание более устойчивых адаптивных моделей. Хотя модели КРТ, основанные на развитии отдельных отраслей или инфраструктуры, доказали свою эффективность в локальных задачах, они зачастую ограничены в создании синергии. Ключевым компонентом регионального развития является рост кластеров. При этом наиболее перспективным видится кросс-кластерная модель развития территорий, которая, объединяя различные производственные и сервисные структуры, может сыграть ключевую роль в интеграции механизмов ГЧП, обеспечивая более комплексный и эффективный подход к использованию ресурсов [7].

Кластеры представляют собой сконцентрированные группы компаний – региональных агломераций предприятий, поставщиков и посредников, работающих в одной или смежных отраслях, – которые активно взаимодействуют друг с другом, создавая сеть, способствующую обмену ресурсами, технологиями и знаниями. Эффективные кластеры могут стать основой для устойчивого развития и модернизации экономики, что делает их важным объектом для изучения и поддержки со стороны государственных и частных инициатив.

Региональную кластерную политику целесообразно выстраивать как структуру сетей взаимосвязи между субъектами кластера, элементами региональной инновационной инфраструктуры, субъектами представительства органов власти, упрощая развитие и меры для достижения целей проектов [8]. Кластеры могут охватывать различные области, такие как агропромышленный комплекс, туризм, строительство, образование и услуги. Это позволит создать более разнообразные и устойчивые экосистемы, способствующие экономическому росту и улучшению качества жизни населения. Примером подобной успешной экосистемы выступает федеральная территория «Сириус», которая объединяет научно-технологические, образовательные, культурные, спортивные, туристические и иные кластеры.

Следующим из приоритетных направлений для достижения поставленных целей является внедрение инновационных технологий в механизмы ГЧП. Эти технологии способны не только оптимизировать процессы, но и создать новые модели взаимодействия между государственными и частными организациями. В частности, блокчейн представляет собой одну из самых перспективных технологий,

которая может существенно повысить уровень прозрачности и доверия в рамках ГЧП, что будет способствовать укреплению отношений между партнерами.

Внедрение блокчейн-платформы для автоматизации контроля за бюджетными транзакциями (снижение коррупционных рисков) и смарт-контрактов для гарантии обязательств обеспечивают безопасность и неизменность информации, что является критически важным для проектов, финансируемых как государственными, так и частными средствами. Вот некоторые ключевые преимущества использования блокчейна в ГЧП:

1. Увеличение прозрачности: все транзакции записываются в блокчейне, что позволяет всем участникам видеть полную историю взаимодействия.
2. Снижение коррупции: благодаря неизменяемости данных возможности для манипуляции с информацией значительно сокращаются.
3. Упрощение процессов: автоматизация контрактов с помощью смарт-контрактов может сократить время и затраты на выполнение обязательств.
4. Укрепление доверия: участники могут быть уверены в том, что информация достоверна и проверена.

Таким образом, инновационные технологии способны оказать значительное влияние на развитие механизмов ГЧП, что в свою очередь открывает новые горизонты для сотрудничества и инвестирования в важные социальные и инфраструктурные проекты.

Наряду с явными преимуществами применения механизмов государственно-частного партнерства существует и ряд наиболее распространенных проблем, возникающих при их внедрении, например, недостаток финансирования, отсутствие четкой координации между участниками, недостаточное вовлечение общественности в процессы принятия решений. Для эффективного разрешения этих проблем необходимо создать единую платформу для коммуникации и сотрудничества между государственным и частным секторами, что позволит обеспечить более гладкий процесс взаимодействия и повысит шансы на успех проектов [9]. Создание цифровой экосистемы, где нейросеть выступает оперативным блоком, анализирующим данные и оптимизирующим процессы, блокчейн обеспечивает доверие и прозрачность, а функционал взаимодействия и цифровые финансовые активы привлекают инвестиции и стимулируют сотрудничество, является перспективной задачей для внедрения и мощным инструментом для трансформации взаимодействия государства и бизнеса.

Применительно к поставленным задачам ГЧП государственный сектор может использовать стратегическое ру-

ководство и поддержку, в то время как частный сектор может внести инновационные идеи и полезные технологии. Такое взаимодействие создает синергию, которая приведет к более успешным и устойчивым проектам. Поскольку инфраструктурные проекты требуют значительных капиталовложений, совместные усилия государства и частных предприятий являются жизненно важными для обеспечения их устойчивости и успешной реализации [10].

Международный опыт показал успешность подобных проектов развития территорий. Например, Нагано (Япония) преодолел депопуляцию сёл через агротуризм, создав 15 000 рабочих мест. Аналогичный подход возможен и для причерноморских сельских территорий, которые сейчас теряют до 1,2% населения ежегодно. Японский опыт демонстрирует, что успех агрокластеров основан на триаде «природа + культура + технологии» при жестком регулировании нагрузки на экосистемы. Для сочинского региона ключевое значение имеет адаптация моделей субсидиарного управления и гибкого зонирования территорий [11].

Государственно-частное партнерство демонтирует барьеры между государственными учреждениями и частными компаниями, создавая возможности для совместного участия в управлении и реализации инфраструктурных проектов, и служит катализатором для активного участия частного сектора в улучшении социальных условий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексное развитие территории должно подразумевать не отдельные жилые комплексы, как это было реализовано в Сочи в последнее время, а создание кластеров, содержащих селитебно-промышленные комплексы и рекреационную инфраструктуру. Примеры успешного внедрения инновационных технологий в рамках подобных проектов демонстрируют возможности повышения эффективности и конкурентоспособности региона, что подтверждает тезис о том, что успешное внедрение проектов ГЧП может привести к экономическому росту через увеличение производительности, конкуренции, создание рабочих мест, инвестиций и улучшение качества жизни.

Анализ государственной программы «Комплексное развитие сельских территорий», утвержденной Постановлением Правительства от 31.05.2019 г. № 696, показывает ее направленность на сохранение и улучшение жизненных условий сельского населения, что является практически не реализуемым, но крайне актуальным для всей территории России. Уникальность сельских территорий черноморского побережья благодаря своему биоразнообразию открывает широкий потенциал развития как в агротуристической, так и в рекреационной сферах. Незнание механизмов и методов применения инструментов ГЧП в сельской местности и отсутствие понимания экономической выгоды приводят к отказу от использования данного способа модернизации экономики, несмотря на его критически важное значение для устойчивого развития сельских территорий.

Таким образом, исследование интеграции механизмов государственно-частного партнерства в проекты комплексного развития территории с. Галицино выявляет возможности системного подхода и инновационных решений для обеспечения устойчивого роста и эффективного функционирования социальной инфраструктуры. Выводы показывают, что правильная реализация таких механизмов может не только преобразить конкретную территорию, но и существенно повысить уровень жизни ее жителей. Разработка наиболее оптимального алгоритма реализации комплексного развития территории, проект которого самостоятельно осуществляется муниципальными властями и, соответственно, имеющаяся их дискреция в определении порядка реализации являются наиболее предпочтительными для бизнеса, имеющего не только коммерческий, но социально направленный интерес.

Рецензент: Журавлева Тамара Борисовна, доктор экономических наук, профессор, зав. отделом аспирантуры ФГБУ «НИЦИ МИД России», г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: 195555@list.ru

Список использованных источников и литературы

1. Бондарская О.В. Формирование модели межрегиональной промышленной кооперации // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2021. № 4 (62). С. 26–30.
2. Polyakova I., Vasilyeva E. Benefits of public-and-private partnership for the creation of the infrastructure of the urbanized territories in Russia // Procedia Engineering. 15th International scientific conference “Underground Urbanisation as a Prerequisite for Sustainable Development”. 2016. № 165. С. 1380–1387.
3. Ситников И.И., Фролов В.А., Абрамов П.Е. [и др.] Стандартизация и управление качеством коммунальных услуг. Ч. 1. Управление качеством в сфере жилищно-коммунального хозяйства // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2023. № 5 (74). С. 4–9.
4. North D.C. Institutions and economic growth: an historical introduction // World development. 1989. № 17 (9). С. 1319–1332.

5. Шарафуллина Р.Р. Институционально-культурные характеристики в экономическом развитии: теоретико-методологический аспект // Экономика России и мира в эпоху смены мирохозяйственных укладов: теория, методология, практика // Сборник тезисов докладов участников XV Пущинского симпозиума по эволюционной экономике. 2023. С. 88.
6. Бобоев Г.Г. Эволюционно-институциональный подход как методология исследования сбалансированного и устойчивого экономического роста в условиях нестабильности // Региональные проблемы преобразования экономики. 2025. № 2. С. 112–130.
7. Миропольский Д.Ю., Ломакина И.Б. Эффекты регуляции и стимуляции: институциональные механизмы возникновения и роль в инновационном развитии хозяйственных систем // Белорусский экономический журнал. 2020. № 2. С. 132–142.
8. Стрельцова К.А. Кластерная политика как эффективный механизм инновационного регионального развития // Молодой ученый. 2020. № 18 (308). С. 144–146.
9. Хуторова Н.А., Искияев Д.Б., Джабаров К.М. Государственно-частное партнерство как механизм развития экономики дотационного региона на примере Краснодарского края // Российский экономический интернет-журнал. 2020. № 3. С. 34.
10. Касьянов С.В. Комплексное развитие сельских территорий как новый ресурс устойчивого развития региона // Государственное и региональное развитие: возможности и ограничения в условиях пандемии: Материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 14–15 ноября 2020 года. – СПб.: Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина, 2021. – С. 102–107.
11. Eze E.C., Ameyaw E.E. Potential application areas and benefits of blockchain-enabled smart contracts adoption in infrastructure Publicprivate partnership (PPP) projects // Sustainable Futures. 2025. № 9. Pp. 1–23. Art. 100477.

INTEGRATION OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP MECHANISMS INTO INTEGRATED TERRITORY DEVELOPMENT PROJECTS

Ananieva-Gubich N.V., PhD student, FSB RC MFA of Russia, Moscow

The purpose of the work: a theoretical justification of the prospects for expanding the mechanisms for the implementation of projects for the integrated development of the territory in the format of public-private partnership (PPP).

Methodology: the methods of content analysis of scientific sources, logical, statistical and retrospective analysis are used.

Results: it has been established that the application of cluster policy as an innovative approach in the field of PPP integration contributes to the creation of a favorable environment for innovation and economic growth. It allows you to agglomerate resources and knowledge, which affects the overall effectiveness of projects. The strategy, based on sustainable development, aims to improve the quality of life of the population through innovative changes in infrastructure, the activation of agrotouristic initiatives that support cultural heritage and increase the investment attractiveness of the region.

Keywords: public-private partnership, integrated development of territories, cluster policy, evolutionary-institutional approach, innovative technologies, blockchain.

For citation: Ananieva-Gubich N.V. Integration of public-private partnership mechanisms into integrated territory development projects. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 5 (86): 51–57. (In Russ.).

References

1. Bondarskaya O.V. Formirovanie modeli mezhregional'noj promyshlennoj kooperatsii. Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniya, 2021, no. 4(62), pp. 26–30.
2. Polyakova I., Vasilyeva E. Benefits of public-and-private partnership for the creation of the in-frastructure of the urbanized territories in Russia: Procedia Engineering. 15th International scientific conference "Underground Urbanisation as a Prerequisite for Sustainable Development". 2016, no. 165, pp. 1380–1387.
3. Sitnikov I.I., Frolov V.A., Abramov P.E., et al. Standartizatsiya i upravlenie kachestvom kommunal'nyh uslug. Ch. 1. Upravlenie kachestvom v sfere zhilishchno-kommunal'nogo hozyajstva. Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniya, 2023, no. 5(74), pp. 4–9.
4. North D.C. Institutions and economic growth: an historical introduction. World development, 1989, no. 17, pp. 1319–1332.
5. Sharafullina R.R. Institutional and cultural characteristics in economic development: the theoretical and methodological aspect. Ekonomika Rossii i mira v epokhu smeni mirohozyaistvennykh ukladow: teoriya, metodologiya, praktika: Sbornik tezisov dokladov uchastnikov XV Puschinskogo simpoziuma po evolyutsionnoi ekonomike. 2023. P. 88.
6. Boboev G.G. Evolyutsionno-institutsional'nyi podhod kak metodologiya issledovaniya sbalansirovannogo i ustoychivogo ekonomicheskogo rosta v usloviyakh nestabil'nosti [Evolutionary-institutional approach as a methodology for the study of balanced and sustainable economic growth under conditions of instability]. Regional'nye problemi preobrazovaniya ekonomiki. 2025, no. 2, pp. 112–130.
7. Miropolskiy D.Y., Lomakina I.B. Effekti regulyatsii i stimulyatsiya; institutsional'nie mekhanizmi vozniknoveniya i rol v innovatsionnom razvitii khozyaystvennykh system [Regulation and Stimulation Effects: Institutional Mechanisms of Emergence and Role in Innovative Development of Economic Systems]. Belorusskiy ekonomicheskii zhurnal. 2020, no. 2, pp. 132–142.
8. Streltsova K.A. Klasternaia politika kak effektivnyi mekhanizm innovatsionnogo regional'nogo razvitiya [Cluster policy as an effective mechanism of innovative regional development]. Molodoy ucheniy, 2020, no. 18 (308), pp. 144–146.
9. Khutorova N.A., Iskiyayev D.B., Dzhabarov K.M. Gosudarstvenno-chastnoe pertnerstvo kak mekhanizm razvitiya ekonomiki dotatsionnogo regiona na primere Krasnodarskogo kraia [Public-private partnership as a mechanism for developing the economy of a subsidized region on the example of the Krasnodar territory]. Rossiyskiy ekonomicheskii internet-zhurnal, 2020, no. 3. P. 34.
10. Kasyanov S.V. Kompleksnoe razvitie sel'skikh territoriy kak noviy resurs ustoychivogo razvitiya regiona [Integrated development of rural territories as a new resource for sustainable development of the region]. Gosudarstvennoe i regional'noe razvitie: vozmozhnosti i ogranicheniya v usloviyakh pandemii: Materiali Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [State and Regional Development: Opportunities and Constraints in Pandemic Conditions : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference], Sankt-Peterburg, 14–15 november, 2020 year. Sankt-Peterburg: Leningradkiy gosudarstvenniy universitet im. A.S. Pushkina, 2021, pp. 102–107.
11. Eze E.C., Ameyaw E.E. Potential application areas and benefits of blockchain-enabled smart contracts adoption in infrastructure Public-private partnership (PPP) projects. Sustainable Futures, 2025, no. 9, pp. 1–23. Art. 100477.

ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОРГАНИЗАЦИИ И ПУТИ ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ СМК

Миронова Н.В., аспирант, Российский институт стандартизации», г. Москва

В статье рассматриваются современные проблемы, сопровождающие процесс функционирования системы управления качеством организации. Проводится анализ теоретико-методических положений современных исследователей рассматриваемой проблемы. Констатируется необходимость детального исследования новых подходов к цифровизации процессов управления качеством ввиду невозможности эффективного функционирования организаций без своевременного реагирования на происходящие изменения и их предвосхищения в условиях глобальной конкурентной среды. Предлагаются пути совершенствования системы управления качеством организации на основе цифровизации процессов СМК, расширяющие систему представлений о методах и механизмах развития систем управления качеством организации посредством цифровизации процессов СМК. Их реализация может повысить уровень управления качеством организации, а также улучшить процессы и результаты функционирования системы управления качеством в условиях цифровой трансформации организаций различных отраслей.

Ключевые слова: система менеджмента качества, цифровизация, цифровая среда, риски, конкурентоспособность.

Цитирование: Миронова Н.В. Проблемы функционирования системы управления качеством организации и пути ее совершенствования на основе цифровизации процессов СМК // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5 (86). С. 58–62.

ВВЕДЕНИЕ

Современные системы управления качеством организации зачастую выступают объектом дискуссий среди различных специалистов в данной области. Положения, характеризующие развитие систем управления качеством организации и выбор подходов к цифровизации процессов системы менеджмента качества (СМК), базируются на работах и разработках отечественных и зарубежных ученых, российских и зарубежных консалтинговых компаний, практическом опыте крупнейших российских организаций в области совершенствования системы управления качеством. Так, в их работах описываются специфика влияния цифровизации на построение СМК организации [1], классификация рисков цифровизации процессов СМК [2], пути совершенствования СМК и практического использования [3] и др.

Несмотря на наличие определенной степени разработанности исследуемой проблемы стоит заметить немногочисленность работ, в которых предлагались бы меры по развитию систем управления качеством организации с помощью цифровизации процессов СМК. Кроме того, имеющиеся работы не отражают полноценно все многообразие теоретико-практических проблем, которые могут возникать.

В наибольшей степени данное обстоятельство проявляется ввиду того, что в условиях глобальной конкурентной среды компании должны не просто реагировать на изменения, но и предвосхищать их, а существующие подходы не способны этого обеспечить. Именно поэтому необходимы детальное исследование новых подходов к цифровизации процессов управления и анализ их влияния на эффективность организаций в разных отраслях, чтобы понять, какие практики являются наиболее действенными и применимыми в условиях цифровой среды.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ ПАРАДИГМЫ СМК

Исследуемый нами объект представлен системой управления качеством организации. Предметом исследования выступает система методов и форм, которые применяются при цифровизации процессов СМК при реализации управленческих процессов в отношении СМК. Они предопределили цель исследования, которая сводится к уточнению и развитию совокупности инструментов, методов, положений и процедур теоретического характера при использовании цифровизации процессов СМК для развития систем управления качеством организации. Указанная цель связана с решением нескольких задач: исследование этиче-

ских и юридических аспектов внедрения технологий при управлении качеством, предложение путей совершенствования системы управления качеством в условиях цифровизации [1, 4].

В основу проведенного исследования положен всесторонний анализ литературных источников в предметной области и нормативных документов, регулирующих сферу оценки соответствия. Это позволит установить законодательные и регуляторные рамки, которые необходимо учитывать при внедрении цифровых решений. Помимо этого, важно в последующих исследованиях изучить лучшие практики, уже продемонстрировавшие свою эффективность в области цифровизации процессов управления качеством [5, 6]. Это включает в себя как успешные примеры из различных отраслей, так и готовые решения, внедренные в конкретных организациях.

Существующие теоретико-методические и практические подходы, которые применяются в отношении методического обеспечения развитости систем управления качеством организации, требуется усовершенствовать, в том

числе посредством цифровизации процессов СМК. Это обуславливается рядом важных моментов, представленных на рис. 1.

Создание и функционирование СМК в любой организации сопровождается рядом предпосылок, которые носят не только внутренний, но и внешний характер (табл. 1).

СМК любой организации формируется на основе положений нормативного характера (рис. 2), которые в совокупности аккумулируются в институциональные основы формирования СМК организации (табл. 2).

Как видно из табл. 2, именно стандарты ИСО лежат в основе построения любой СМК организации. Во многом это связано с тем, что именно Международная организация по стандартизации (ISO) [3, 5] является главным разработчиком стандартов в области менеджмента качества. В стандартах ISO – сформулированные принципы менеджмента и критерии качества, объединяющие в себе основной опыт международного сообщества.

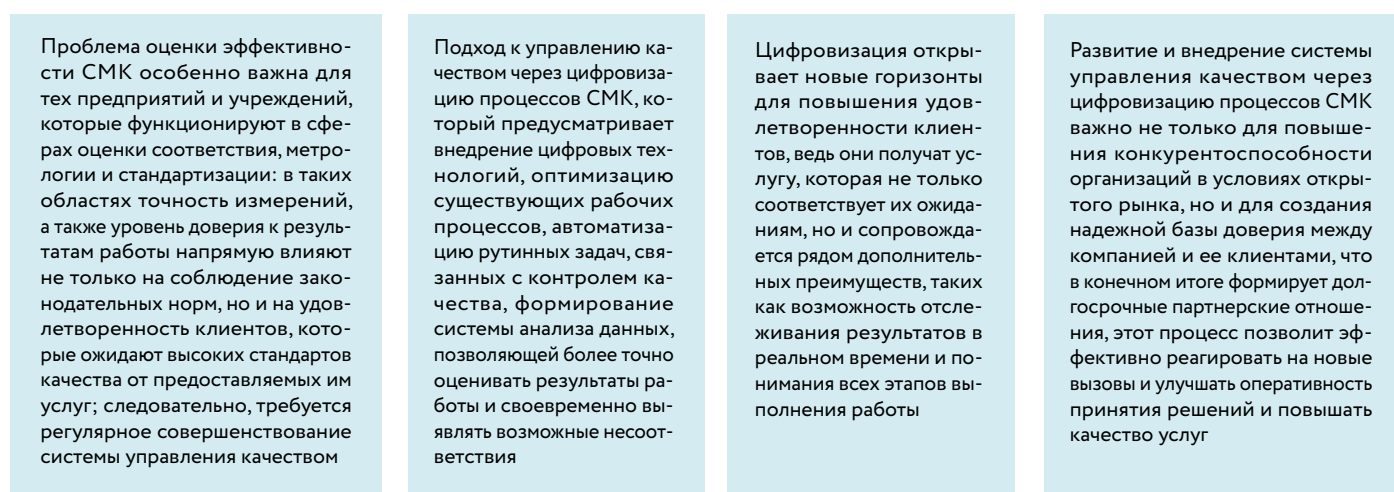


Рис. 1. Развитие совокупности инструментов, методов, положений и процедур теоретического характера при использовании цифровизации процессов СМК для развития систем управления качеством организации

Таблица 1

Сравнительный анализ внутренних и внешних предпосылок разработки СМК

Внешние предпосылки					
Обязательное лицензирование деятельности, производств, продукции, услуг	Подтверждение соответствия в контрактных случаях	Технические барьеры в торговле	Участие в тендерах	Повышение деловой репутации	Создание организаций с иностранным капиталом
Внутренние предпосылки					
Современная СМК	Повышение качества менеджмента	Сокращение затрат на брак	Повышение ответственности за качество труда	Повышение ответственности за качество труда	Рост активов организации

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СМК

Следует констатировать, что проводимое нами исследование сводится к решению важной научной задачи, которая связана с теоретико-методическим обеспечением процессов совершенствования по функционированию и развитию системы управления качеством организации с использованием инструментов цифровизации процессов СМК [4, 6]. Она же в свою очередь позволяет обеспечить повышение эффективности управления качеством в условиях быстро меняющегося цифрового мира.

По нашему мнению, пути совершенствования системы управления качеством организации на основе цифровизации процессов СМК могут быть сведены к следующему.

Во-первых, используя ключевые факторы и критерии, способствующие успешной интеграции цифровых технологий в систему управления качеством, следует разработать комплексный подход к цифровизации, включающий в себя рекомендации по внедрению технологий, ориентированных на улучшение процессов контроля и оценки качества, а также по повышению общей эффективности управления в данной сфере.

Во-вторых, на основе результатов оценки влияния современных технологий на управление качеством и установления корреляционной связи между цифровыми решениями и уровнем удовлетворенности предложить рекомендации по адаптации подходов к цифровизации под реальные потребности организаций в области управления качеством.

В-третьих, требуется учитывать вопросы конфиденциальности и защиты персональных данных, что особенно актуально в свете роста требований к соблюдению норм и стандартов, таких как GDPR, при разработке внутренней политики организации, обеспечивающей соблюдение норм в области защиты данных и этического использования цифровых технологий.

В-четвертых, представляется целесообразным разработать стратегию цифровой трансформации с четким определением цели, подходов и ресурсов для внедрения цифровых технологий и применением подходов Agile. Ее реализация позволит быстро реагировать на возникшие проблемы и

вносить необходимые коррективы на протяжении всего процесса управления СМК.

И наконец, в-пятых, требуется разработка методики мониторинга на основе внедрения инструментов обратной связи, позволяющих отслеживать влияние изменений в управлении качеством на восприятие клиентов. Кроме того, это даст возможность лучше понимать поведение клиентов и выявлять его специфику, тем самым улучшая все протекающие в организации процессы.

Описанные выше рекомендации графически можно представить следующим образом (рис. 3).

Представленные выше положения, по сути, расширяют систему представлений, касающихся методов и механизмов, способствующих развитию систем управления качеством организации посредством цифровизации процессов СМК. В основе использования предложенных рекомендаций лежит возможность повышения уровня управления качеством организации в рамках цифровизации процессов СМК, реализуемого в условиях развития систем управления качеством организации. Кроме того, возможно их применение при практической реализации деятельности исполнительными органами государственной власти и иными компаниями, стремящимися к улучшению своих систем управления качеством в условиях цифровой трансформации.

Ключевые понятия	Разработка СМК на основе ключевых понятий и принципов
Качество продукции и услуг организации определяется способностью удовлетворять потребителей и преднамеренным или непреднамеренным влиянием на соответствующие заинтересованные стороны Система менеджмента качества – действия, с помощью которых организация устанавливает свои цели и определяет процессы и ресурсы, требуемые для достижения желаемых результатов	Модель СМК организации учитывает, что не все системы, процессы и действия могут быть предопределены СМК должна быть гибкой и адаптируемой применительно к сложной среде организации

Рис. 2. Основные положения СМК организации
(составлено автором на основе [2])

Таблица 2

Институциональные основы формирования СМК организации (составлено автором на основе [1, 7])

Внешние предпосылки			
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 организации. Руководство по достижению устойчивого успеха организации	ГОСТ Р ИСО 19011–2021 Оценка соответствия. Руководящие указания по проведению аудита систем менеджмента



Рис. 3. Пути совершенствования системы управления качеством организации на основе цифровизации процессов CMK

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, актуальность описанной научной проблемы, усиливающейся потребностью в том, чтобы эту проблему решить, обусловила выявление ключевых аспектов, которые способствуют повышению конкурентоспособности организаций в условиях цифровой трансформации. На основе результатов проведенного нами анализа существующих подходов к цифровизации процессов систем управления качеством было установлено их влияние на уровень качества предоставляемых услуг, что позволило предложить

пути совершенствования системы управления качеством организации на основе цифровизации процессов CMK.

Рецензент: Будкин Юрий Валерьевич, доктор технических наук, доцент, советник генерального директора, директор научного центра ФГБУ «Институт стандартизации», г. Москва, Российская Федерация. E-mail: y.v.budkin@gostinfo.ru

Список использованных источников и литературы

1. Стандартизация в условиях цифровой трансформации / В.В. Окрепилов, И.А. Максимцев, Е.А. Горбашко [и др.]. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2024. – 219 с.
2. Окрепилов В.В. Экономика качества в эпоху цифровизации // Метрологическое обеспечение инновационных технологий: Сборник статей VI Международного форума, Санкт-Петербург, 1 марта 2024 года. – СПб: СПбГУАП, 2024. – С. 23–24.
3. Будкин Ю.В., Газарян Н.В. Методика квалитетической оценки эффективности деятельности Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2023. № 6 (75). С. 23–30.
4. Герасимова Е.Б. Анализ качества корпоративного управления: вызовы и проблемы // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 2(83). С. 11–16.
5. Миронов Д.Е. Основные направления цифровой трансформации стандартизации. Часть 2 // Стандарты и качество. 2024. № 4. С. 58–61.
6. Менеджмент: теория и практика управления в условиях цифровизации / Г.И. Андрющенко, В.Д. Бархатов, Н.В. Бондарчук [и др.]. – М.: РИНХ, Издательско-торговая корпорация Дашков и К, 2024. – 326 с.
7. Будкин Ю.В., Курсаков С.Н., Сергеичев И.В. Экспериментально-цифровая платформа сертификации материалов и изделий // Стандарты и качество. 2024. № 10. С. 50–54.

PROBLEMS OF FUNCTIONING OF THE ORGANIZATION'S QUALITY MANAGEMENT SYSTEM AND WAYS OF ITS IMPROVEMENT BASED ON THE DIGITALIZATION OF QMS PROCESSES

Mironova N.V., postgraduate student, Russian Standardization Institute, Moscow

The article considers modern problems accompanying the process of functioning of the quality management system of the organization. The analysis of theoretical and methodological provisions of modern researchers of the problem under consideration is carried out. The need for a detailed study of new approaches to the digitalization of quality management processes is stated due to the impossibility of effective functioning of organizations without a timely response to ongoing changes and their anticipation in the context of a global competitive environment. The ways of improving the quality management system of the organization based on the digitalization of QMS processes are proposed, expanding the system of ideas about the methods and mechanisms for developing quality management systems of the organization through the digitalization of QMS processes. Their implementation can increase the level of quality management of the organization, as well as improve the processes and results of the quality management system in the context of digital transformation of organizations in various industries.

Keywords: quality management system, digitalization, digital environment, risks, competitiveness.

For citation: Mironova N.V. Problems of functioning of the organization's quality management system and ways of its improvement based on the digitalization of QMS processes. Information and Economic aspects of standardization and technical regulation. 2025. 5 (86): 58–62. (In Russ.).

References

1. Standartizatsiya v usloviyah cifrovoj transformatsii: V.V. Okrepilov, I.A. Maksimtsev, E.A. Gorbashko, et al. Saint-Petersburg: SPbGEU Publ., 2024, 219 p. (In Russ.).
2. Okrepilov V.V. Ekonomika kachestva v epohu cifrovizatsii. Metrologicheskoe obespechenie innovatsionnykh tekhnologij : Sbornik statej VI Mezhdunarodnogo foruma, Sankt-Peterburg, 1 March 2024 Saint-Petersburg: SPbGUAP Publ., 2024, pp. 23–24. (In Russ.).
3. Budkin Y.V., Gazaryan N.V. Metodika kvalimetricheskoj ocenki effektivnosti deyatel'nosti Mezhdgosudarstvennogo soveta po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii. Information and Economic aspects of standardization and technical regulation. 2023;6(75):23–30. (In Russ.).
4. Gerasimova E.B. Analiz kachestva korporativnogo upravleniya: vyzovy i problem. Information and Economic aspects of standardization and technical regulation. 2025; 2(83): 11–16. (In Russ.).
5. Mironov D.E. Osnovnye napravleniya cifrovoj transformatsii standartizatsii. Part 2. Standarty i kachestvo. 2024; 4:58–61. (In Russ.).
6. Menedzhment: teoriya i praktika upravleniya v usloviyah cifrovizatsii: G.I. Andryushchenko, V.D. Barhatov, N.V. Bondarchuk, et al. Moscow: RINH, Izdatel'skotorgovaya korporatsiya Dashkov i K. 2024, 326 p. (In Russ.).
7. Budkin Y.V., Kursakov S.N., Sergeichev I.V. Eksperimental'no cifrovaya platforma sertifikatsii materialov i izdelij. Standarty i kachestvo. 2024; 10: 50–54. (In Russ.).

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ РОССИЙСКОЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА

Пешков М.М., аспирант, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург

В статье представлена систематизация категорий и показателей по изучению специфики отраслевой трансформации секторов экономики в зависимости от уровня их технологичности в условиях реализации политики достижения технологического суверенитета. Цель статьи состоит в выявлении закономерностей структурных изменений российской приборостроительной промышленности в условиях обеспечения технологического суверенитета. Достижение цели статьи обеспечивается решением следующих научных задач: проанализирована динамика промышленного производства в целом на основе использования абсолютных и относительных показателей; проведен сравнительный анализ структуры валовой добавленной стоимости обрабатывающего сектора в 2024 г. относительно 2015 г., что позволило выявить закономерности отраслевых трансформаций и структурных изменений промышленного производства. Сделано заключение, что присутствуют структурные сдвиги в обрабатывающем секторе промышленности, которые характеризуются преобладанием более высокотехнологичных и наукоемких производств, что укрепляет конкурентоспособность и эффективность российской промышленности в целом.

Ключевые слова: технологический суверенитет, высокотехнологичная отрасль, промышленное производство, приборостроительная промышленность, модернизация промышленности, индекс структурных сдвигов.

Цитирование: Пешков М.М. Закономерности структурных изменений российской приборостроительной промышленности в условиях обеспечения технологического суверенитета // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5 (86). С. 63–68.

ВВЕДЕНИЕ

Структурные изменения российской приборостроительной промышленности в условиях обеспечения технологического суверенитета являются одним из гарантов достижения уровня экономической безопасности государства. Модернизационная активность в российской промышленности, ее сырьевая устойчивость, позволили ей успешно справиться с действием факторов глобального экономического кризиса, вызванного пандемией, а также введение антироссийских санкций со стороны недружественных стран. Модернизация и отраслевая трансформация прежде всего высокотехнологичных производств, к которым относится приборостроительная промышленность, сформировали залог успешного стабильного развития экономики России в целом, ее экономической безопасности.

Изучение влияния модернизации и отраслевой трансформации промышленности на достижение экономической безопасности, а также на развитие промышленных

предприятий затрагивалось еще в исследованиях ученых классической экономической школы – А. Смита, М. Портера, А. Маршалла, В. Леонтьева и других авторов, а также нашло отражение в работах современных представителей экономической науки – В. Оболенского [1], А. Поливача [2], А. Рубинского [3] и других. Влияние санкций, а также реализации политики импортозамещения на развитие предприятий промышленности представлено в работах В. Загашвили [4], Н. Арбатовой [5], А. Аббасова [6], А. Гасиловского и соавт. [7], С. Кудрявцевой [8], Ю. Сидоровой и соавт. [9], Н. Барсегян [10] и других.

Однако с научной и практической точек зрения представляет интерес изучение специфики отраслевой трансформации секторов экономики в зависимости от уровня их технологичности в условиях реализации политики достижения технологического суверенитета, что позволило сформулировать цель и задачи данной научной статьи.

Цель статьи состоит в выявлении закономерностей структурных изменений российской приборостроительной промышленности в условиях обеспечения технологического суверенитета. Достижение цели статьи обеспечивается решением следующих научных задач:

- проанализировать динамику промышленного производства в целом на основе использования абсолютных и относительных показателей;
- провести сравнительный анализ структуры валовой добавленной стоимости обрабатывающего сектора в 2024 г. относительно 2015 г., что позволит выявить закономерности отраслевых трансформаций и структурных изменений промышленного производства.

ОЦЕНКА СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Структурные, отраслевые, организационно-экономические изменения, происходящие в последнее время в глобальной экономической системе, заставляют промышленные предприятия приспосабливаться к новым условиям ведения производственно-хозяйственной деятельности, принимая во внимание такие факторы, как санкционное давление, изменение логистических цепочек, рынков сбыта, партнеров по бизнесу, ограничения во внешнеэкономических операциях и т.п. В этой связи актуальным видится проанализировать основные тренды развития промышленности в целом, которые также характерны и для предприятий приборостроительной отрасли. Для оценки тенденций развития промышленности будем использовать данные Росстата [11].

Одним из показателей, характеризующих тенденции развития промышленности, является объем отгруженной промышленной продукции.

Динамика величины отгруженной промышленной продукции демонстрирует уверенные темпы роста. Так, объем отгруженной продукции предприятий обрабатывающей промышленности увеличился с 35 трлн руб. в 2015 г. до 83 трлн руб. в 2024 г. (рис. 1).

В целом в структуре отгруженной промышленной продукции на долю обрабатывающего сектора приходится более 2/3 от общего объема, или 66%. Данное соотношение остается практически неизменным с 2015 г.

Показательным также является рассмотрение индекса промышленного производства (ИПП) как индикатора, отражающего тенденции развития промышленности. В целом, следует сказать, что ИПП по обрабатывающему сектору экономики за период 2015–2024 гг. превышал ИПП по промышленности в целом – 10,4% против 102,6%. Исключение составляли 2015–2016 гг. и 2022 г., где фиксиро-

валось обратное. Наибольший разрыв ИПП обрабатывающих производств и промышленности в целом отмечался в 2023 г. – 4,4 процентных пункта (108,7% и 104,3%) и в 2024 г. – 3,9 процентных пункта (108,5% против 104,6%). Динамика ИПП по обрабатывающей и промышленности в целом представлена на рисунке (рис. 2).

Макроэкономическим комплексным показателем, характеризующим тенденции развития промышленности, выступает валовая добавленная стоимость секторов экономики. Валовая добавленная стоимость обрабатывающей промышленности (в текущих ценах) увеличилась с 10,3 трлн руб. в 2015 г. до 26,6 трлн руб. в 2024 г. и имела уверенную тенденцию роста за указанный рассматриваемый период (рис. 3).

Индекс физического объема валовой добавленной стоимости в 2015–2024 гг. имел положительную величину за исключением 2015 г. и 2022 г., когда значение данного показателя составляло 99,1% и 98% к предыдущему году, соответственно. В среднем за 2015–2024 гг. индекс физического объема валовой добавленной стоимости по обрабатывающей промышленности был выше, чем по экономике в целом – 103,1% против 101,8%.

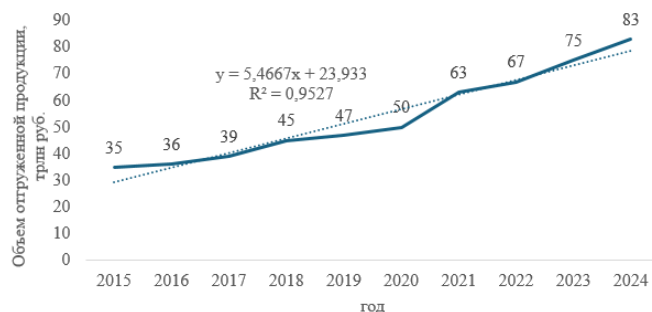


Рис. 1. Динамика объема отгруженной промышленной продукции предприятиями обрабатывающего сектора экономики, трлн руб. (построено автором по данным Росстата: https://rosstat.gov.ru/enterprise_industrial)



Рис. 2. Динамика ИПП обрабатывающего сектора и промышленного производства в целом, процент к предыдущему году (построено автором по данным Росстата: https://rosstat.gov.ru/enterprise_industrial)

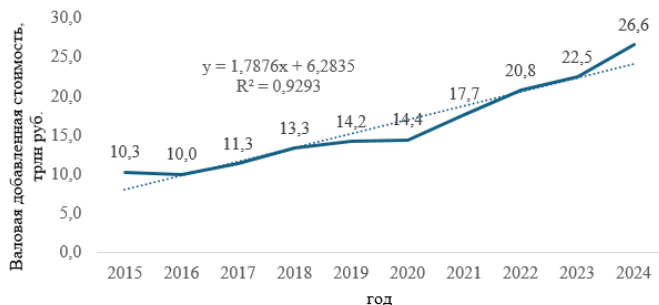


Рис. 3. Динамика валовой добавленной стоимости обрабатывающих производств (трлн руб.): y – величина валовой добавленной стоимости; x – временной интервал; R^2 – коэффициент детерминации уравнения регрессии (построено автором по данным Росстата: https://rosstat.gov.ru/enterprise_industrial)



Рис. 4. Динамика индекса физического объема валовой добавленной стоимости по обрабатывающей промышленности и экономике в целом, в процентах к предыдущему году (построено автором по данным Росстата: https://rosstat.gov.ru/enterprise_industrial)

Динамика индекса физического объема валовой добавленной стоимости по обрабатывающей промышленности и экономике в целом представлена на рис. 4.

Доля обрабатывающей промышленности в структуре валовой добавленной стоимости в среднем за 2015–2024 гг. составляла 14,2%: в 2015 г. на нее приходилось 13,8% от общего объема валовой добавленной стоимости, в 2024 г. – 14,6%.

Внутренняя структура валовой добавленной стоимости промышленности в 2024 г. по сравнению с 2015 г. не претерпела существенных изменений. В ней наибольшую долю составляло металлургическое производство – 14,6% (в 2015 г. – 17,9%), производство нефтепродуктов – 14,4% (14,9%), пищевая промышленность – 13% (14,6%), химическая промышленность – 8,7% (8,4%), производство металлических изделий – 8,4% (5,2%), производство компьютеров – 5,9% (5,1%). Сравнительная структура валовой добавленной стоимости обрабатывающего сектора в 2024 г. относительно 2015 г. приведена в таблице.

Сравнительная структура валовой добавленной стоимости обрабатывающего сектора в 2024 г. относительно 2015 г., в процентах (рассчитано автором)

Отрасль промышленности	2015 г.	2024 г.
Производство пищевых продуктов	14,6	13,0
Производство текстильных изделий,	1,7	1,9
Обработка древесины	1,9	1,5
Производство бумаги	2,2	2,1
Деятельность полиграфическая	0,8	0,7
Производство нефтепродуктов	14,9	14,4
Производство химических продуктов	8,4	8,7
Производство лекарственных средств	1,6	2,4
Производство резиновых и пластмассовых изделий	1,9	2,5
Производство прочей неметаллической минеральной продукции	4,1	4,4
Производство металлургическое	17,9	14,6
Производство готовых металлических изделий	5,2	8,4
Производство компьютеров, электронных и оптических изделий	5,1	5,9
Производство электрического оборудования	2,4	2,2
Производство машин и оборудования	3,8	3,5
Производство автотранспортных средств	1,9	3,0
Производство прочих транспортных средств и оборудования	7,8	5,1
Производство мебели	1,6	2,0
Ремонт и монтаж машин и оборудования	2,1	3,8

Одной из характеристик тенденций развития промышленности является изменение отраслевой структуры производства и соответственно отраслевой структуры формирования валовой добавленной стоимости. Для этих целей предлагаем использовать расчет индекса структурных сдвигов валовой добавленной стоимости обрабатывающего сектора промышленности в 2024 г. по сравнению с 2015 г.

Для расчета индекса структурных сдвигов валовой добавленной стоимости обрабатывающего сектора промышленности используются показатели структуры валовой добавленной стоимости (ВДС) и индекса физического объема валовой добавленной стоимости. В основе расчетов применяется следующая формула:

$$I_{\text{стр.}} = \text{ИФО}_{\text{тек. период (2024)}} \times \text{доля ВДС}_{\text{баз. период (2015)}},$$

где $I_{\text{стр.}}$ – индекс структурных сдвигов;
 $\text{ИФО}_{\text{тек. период (2024)}}$ – индекс физического объема валовой добавленной стоимости, 2024 г. в процентах к 2023 г.;

доля ВДС_{баз. период (2015)} – доля валовой добавленной стоимости (% от общей величины валовой добавленной стоимости).

Расчет индекса структурных сдвигов валовой добавленной стоимости обрабатывающего сектора промышленности показал, что общий рост валовой добавленной стоимости в обрабатывающей промышленности в 2024 г. по сравнению с 2015 г. составил 7,4%, из отраслей экономики наибольший вклад в прирост валовой добавленной стоимости внесли следующие отрасли:

- производство транспортных средств – 2,07 процентных пункта;
- производство металлических изделий – 1,85 процентных пункта;
- производство компьютеров – 1,57 процентных пункта;
- пищевое производство – 0,72 процентных пункта;
- производство автотранспорта – 0,33 процентных пункта.

При этом понижающее влияние оказали:

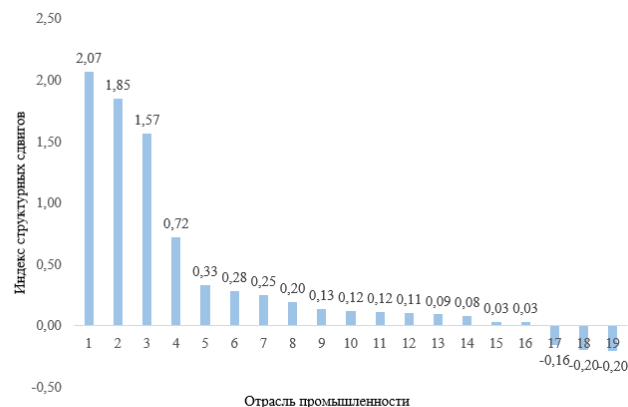
- производство нефтепродуктов – «минус» 0,16 процентных пункта;
- производство машин и оборудования – «минус» 0,2 процентных пункта;
- металлургическое производство – «минус» 0,2 процентных пункта.

Графическое представление индекса структурных сдвигов валовой добавленной стоимости обрабатывающего сектора промышленности представлено на рис. 5.

Следовательно, применительно к российской промышленности подтверждается тезис о развитии промышленного производства и структурной трансформации промышленного сектора экономики в целом за счет реализации потенциала высокотехнологичных и среднетехнологичных отраслей высокого уровня.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по результатам проведенного анализа, можно сделать вывод, что в целом в российской промышленности формируются тренды устойчивого роста, подтверждаемые ростом индекса промышленного производства, валовой добавленной стоимости. Кроме того, показатели развития обрабатывающего сектора в среднем выше, чем по промышленному производству. Кроме того, в структуре валовой добавленной стоимости обрабатывающих отрас-



1	Производство прочих транспортных средств	11	Ремонт и монтаж машин и оборудования
2	Производство готовых металлических изделий	12	Производство мебели
3	Производство компьютеров	13	Производство текстильных изделий
4	Производство пищевых продуктов	14	Обработка древесины
5	Производство автотранспортных средств	15	Деятельность полиграфическая
6	Производство лекарственных средств	16	Производство резиновых и пластмассовых изделий
7	Производство химических продуктов	17	Производство нефтепродуктов
8	Производство прочей неметаллической минеральной продукции	18	Производство машин и оборудования
9	Производство бумаги	19	Производство металлургическое
10	Производство электрического оборудования		

Рис. 5. Индекс структурных сдвигов валовой добавленной стоимости обрабатывающего сектора промышленности

лей увеличивается доля высокотехнологичных производств при снижении сырьевого и низкотехнологичного секторов.

Таким образом, следует отметить, что в структуре трендов промышленности повышающее влияние на прирост валовой добавленной стоимости в 2024 г. по сравнению с 2015 г. оказывают более высокотехнологичные виды производств – производство компьютеров, транспортных средств, автотранспорта, лекарств, химической продукции, электрооборудования; напротив, роль более низкотехнологичных производств в формировании валовой добавленной стоимости обрабатывающего сектора снижается – металлургия, нефтепродукты, полиграфия, резина и пластмасса. Следовательно, можно говорить о структурных сдвигах в обрабатывающем секторе промышленности, которые характеризуются преобладанием более высокотехнологичных и наукоемких производств, что укрепляет конкурентоспособность и эффективность российской промышленности в целом.

Рецензент: Фролов Вадим Анатольевич, доктор технических наук, начальник отдела ФГБУ «Институт стандартизации», г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: v.a.frolov@gostinfo.ru

Список использованных источников и литературы

1. Оболенский В.П. Внешняя торговля России: содействие процессам воспроизводства // Российский внешнеэкономический вестник. 2019. № 9. С. 7–22.
2. Поливач А.П. Валютный курс и внешняя торговля ведущих стран мира. – М.: Весь Мир, 2019. – 422 с.
3. Рубинский А.Е. Внешнеэкономическая деятельность: теоретические аспекты // Молодой ученый. 2020. № 47 (337). С. 377–379.
4. Загашвили В. Диверсификация российской экономики в условиях санкций // Мировая экономика и международные отношения. 2016. Т. 60, № 6. С. 52–60.
5. Арбатова Н.К. Безопасность ЕС: микроагрессия с макропоследствиями // Полис. Политические исследования. 2021. № 5. С. 94–108.
6. Аббасов А.Р. Импортзамещение как динамический процесс обеспечения экономической безопасности национальной экономики // Инновации и инвестиции. 2015. № 8. С. 79–82.
7. Гасиловский А.Е., Павлюк В.П., Чикалова А.Е. Основные тенденции и перспективы развития внешнеэкономической деятельности Российской Федерации // Фундаментальные исследования. 2022. № 7. С. 30–34.
8. Кудрявцева С.С. Логистическое обеспечение инновационной деятельности промышленных предприятий Республики Татарстан // Экономический вестник Республики Татарстан. 2013. № 1. С. 47–52.
9. Инновационная экономика: учебное пособие для вузов: под общей редакцией Е. Ю. Сидоровой. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 334 с.
10. Барсегян Н.В., Зарипова Р.Р., Ван А.И. Перспективы внедрения инструментов цифровизации в условиях технологического суверенитета // В сборнике: Актуальные тренды цифровой трансформации промышленных предприятий: сб. статей Всероссийской научно-практической конференции. – Курск: Университетская книга, 2022. – С. 38–42.
11. Росстат (сайт). – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705> (дата обращения: 27.06.2025).

PATTERNS OF STRUCTURAL CHANGES IN THE RUSSIAN INSTRUMENT-MAKING INDUSTRY IN THE CONDITIONS OF ENSURING TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY

Peshkov M.M., Postgraduate student, Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint Petersburg

The article presents a systematization of categories and indicators for studying the specifics of industry transformation of economic sectors depending on their level of technological effectiveness in the context of implementing the policy of achieving technological sovereignty. The purpose of the article is to identify patterns of structural changes in the Russian instrumentmaking industry in the context of ensuring technological sovereignty. The goal of the article is achieved by solving the following scientific problems: the dynamics of industrial production as a whole is analyzed based on the use of absolute and relative indicators; a comparative analysis of the structure of gross added value of the manufacturing sector in 2024 relative to 2015 is carried out, which made it possible to identify patterns of industry transformations and structural changes in industrial production. It is concluded that there are structural shifts in the manufacturing sector of industry, which are characterized by the predominance of more high-tech and knowledge-intensive industries, which strengthens the competitiveness and efficiency of Russian industry as a whole.

Keywords: technological sovereignty, high-tech industry, industrial production, instrument-making industry, industrial modernization, structural shift index.

For citation: Peshkov M.M. Patterns Of Structural Changes In The Russian Instrument-Making Industry In The Conditions Of Ensuring Technological Sovereignty. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 5 (86): 63–68. (In Russ.).

References

1. Obolensky V.P. Vneshnyaya trgovlya Rossii: sodeystvie protsessam vosproizvodstva [Foreign trade of Russia: promoting reproduction processes]. Rossiyskiy vneshneekonomicheskiy vestnik. 2019, no. 9, pp. 7–22.
2. Polivach A.P. Valyutnyy kurs i vneshnyaya trgovlya vedushchikh stran mira [Exchange rate and foreign trade of leading world countries]. Moscow: Ves' Mir, 2019, 422 p.
3. Rubinskiy A.E. Vneshneekonomicheskaya deyatel'nost': teoreticheskie aspekty [Foreign economic activity: theoretical aspects]. Molodoy uchenyy. 2020, no. 47 (337), pp. 377–379.
4. Zagashvili V. Diversifikatsiya rossiyskoy ekonomiki v usloviyakh sanktsiy [Diversification of the Russian economy under sanctions]. Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya. 2016. Vol. 60, no. 6, pp. 52–60.
5. Arbatova N.K. Bezopasnost' ES: mikroagressiya s makropolozheniyami [EU security: microaggression with macro consequences]. Polis. Politicheskie issledovaniya. 2021, no. 5, pp. 94–108.
6. Abbasov A.R. Importozameshchenie kak dinamicheskiy protsess obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti natsional'noy ekonomiki [Import substitution as a dynamic process of ensuring economic security of the national economy]. Innovatsii i investitsii. 2015, no. 8, pp. 79–82.
7. Gasilovskiy A.E., Pavlyuk V.P., Chikalova A.E. Osnovnye tendentsii i perspektivy razvitiya vneshneekonomicheskoy deyatel'nosti Rossiyskoy Federatsii [Main trends and prospects for the development of foreign economic activity of the Russian Federation]. Fundamental'nye issledovaniya. 2022, no. 7, pp. 30–34.
8. Kudryavtseva S.S. Logisticheskoe obespechenie innovatsionnoy deyatel'nosti promyshlennykh predpriyatiy Respubliki Tatarstan [Logistic support of innovative activities of industrial enterprises of the Republic of Tatarstan]. Ekonomicheskiy vestnik Respubliki Tatarstan. 2013, no. 1, pp. 47–52.
9. Sidorova E.Yu., et al. Innovatsionnaya ekonomika: uchebnoe posobie dlya vuzov [Innovative economy: textbook for universities]. Moscow: Yurayt, 2024, 334 p.
10. Barsegyan N.V., Zaripova R.R., Van A.I. Perspektivy vnedreniya instrumentov tsifrovizatsii v usloviyakh tekhnologicheskogo suvereniteta [Prospects for the introduction of digitalization tools in conditions of technological sovereignty]. In: Aktual'nye trendy tsifrovoy transformatsii promyshlennykh predpriyatiy. Sbornik statey Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Kursk: Universitetskaya kniga, 2022, pp. 38–42.
11. Rosstat: URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705> (available at 27.06.2025).

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ КОМПАНИЙ ТЭК С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ

Гаврюшина А.И., студентка ИМТУР МГИМО (У)

Аронов И.З., д-р техн. наук, профессор ИМТУР МГИМО (У), советник генерального директора Российского института стандартизации

В статье исследуется влияние инвестиций в устойчивое развитие на финансовые результаты компаний топливно-энергетического комплекса (ТЭК), а именно ПАО «Газпром» и ПАО «НОВАТЭК». На основе анализа производственных функций компаний доказывается гипотеза о том, что вложения в охрану окружающей среды и социальные инвестиции приводят к увеличению выручки и тем самым благоприятствуют долгосрочной конкурентоспособности предприятий ТЭК. Другими словами, ESG-инициативы могут не только положительно сказаться на имидже и доверии к предприятию, но и способствуют улучшению финансовых результатов.

Ключевые слова: устойчивое развитие, ТЭК, производственная функция Кобба-Дугласа, ESG-инвестиции, выручка, издержки, множественная регрессия

Цитирование: Гаврюшина А.И., Аронов И.З. Оценка влияния инвестиций в устойчивое развитие компаний ТЭК с применением производственной функции // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5 (86). С. 69–74.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время устойчивое развитие компаний опирается на ESG¹-подходы, предусматривающие, ответственное отношение к окружающей среде при ведении бизнеса, высокий уровень социальной ответственности, честное и прозрачное корпоративное управление. Реализация ESG-подходов для предприятий – это стратегический инструмент и одновременно способ повышения доверия к своей деятельности.

На данный момент нельзя выделить какой-то один сектор, где ESG-подходы наиболее востребованы и применимы, но не возникает сомнений в том, что в отраслях, где негативное влияние на окружающую среду особенно сильное, внедрение ESG является не желательным, а необходимым стратегическим элементом политики. Осознавая это, крупные нефтегазовые компании все активнее вкладываются в ESG, придавая этому особое значение.

Однако возникает вопрос, насколько целесообразно (помимо морального признания) внедрение ESG-подходов, в частности, для самих компаний, так как это связано с большими затратами, масштабными мероприятиями по реструктуризации деятельности, а также с постоянным мониторин-

гом воздействия на окружающую среду. Любая компания, принимающая решение о работе в данном направлении, задает себе вопрос: действительно ли инвестиции в устойчивое развитие положительно отразятся на ее финансовых результатах?

На этот счет есть две точки зрения. Некоторые считают, что ESG – это просто дополнительные издержки, которые снижают прибыльность бизнеса.

Например, в интересном обзоре д.ю.н. Четверикова А.О. [1] отмечено, что «внедрение стандартов ESG, однако, сопровождается рядом негативных последствий (возрастание регуляторной нагрузки, усложнение отчетности и др.), что повлекло за собой движение в сторону закрепления противоположных стандартов «анти-ESG». Конструктивная критика концепции ESG содержится в недавней работе [2], в которой авторы провели анализ факторов, приведших к возникновению полемики в отношении указанной концепции. Алекс Эдманс, профессор Лондонской школы бизнеса, уверяет, что ESG «находится под атакой со всех сторон», что этот подход не отличается от других долгосрочных инвестиций, что он не более особенный, чем любые другие нематериальные активы [3].

Другие экономисты рассматривают ESG как долгосрочную стратегию и способ снижения репутационных ри-

¹ Environmental, Social, Governance – окружающая среда, социальная ответственность, управление.

сков, повышения лояльности инвесторов и потребителей, что это ведет к росту выручки компании [4,5]. Мнения сторонников ESG суммировано в работе экспертов компании McKinsey & Company [6].

В современных условиях для компаний топливно-энергетического комплекса (ТЭК) этот вопрос особенно важен в условиях постоянного санкционного давления и необходимости конкурировать на мировом рынке.

Представляется, что в долгосрочной перспективе инвестиции компаний в ESG-инициативы – это правильный шаг не только на пути к спасению природы и человека, но и к повышению конкурентоспособности компаний. Однако в условиях, когда средства вкладываются здесь и сейчас, результаты нужно видеть тоже как можно скорее.

Для исследования были выбраны крупные российские компании ПАО «Газпром» и ПАО «НОВАТЭК». В ходе исследования будет проверена гипотеза, действительно ли инвестиции этих российских компаний в ESG-проекты оказывают положительное влияние на их экономические показатели, например на выручку, путем построения и анализа производственной функции Кобба-Дугласа (ПФ) [7–9]. Выбор именно этого подхода объясняется его способностью количественно оценить степень влияния производственных факторов, включенных в ПФ.

ПОСТРОЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ КОББА-ДУГЛАСА

Итак, в качестве методологической основы исследования нами была использована производственная функция Кобба-Дугласа, классическая форма которой отражает зависимость результатов производства, например выручки V , от вложенных в производство ресурсов, а именно капитальных затрат (K) и трудовых затрат (L):

$$V = f(K, L). \quad (1)$$

Для целей настоящего исследования важно обсудить корректность дополнительного включения в правую часть (1) инвестиций в ESG. Другими словами, можно ли их рассматривать в качестве производственного фактора, наравне с капиталом и трудовыми ресурсами. Ответ на этот вопрос связан с обеспечением репутационной привлекательности компаний ТЭК на чувствительных рынках [10–13]. Например, в обзоре Международного энергетического агентства [13] отмечается, что «Нефтегазовая отрасль сталкивается с растущими требованиями... объяснить, какой вклад они могут внести в сокращение выбросов парниковых газов и достижение целей Парижского соглашения... и следует ли рассматривать сегодняшние нефтегазовые компании только как часть проблемы выбросов или они также могут играть основную роль в ее решении?».

Следовательно, применительно к компаниям ТЭК в настоящее время инвестиции в ESG целесообразно рассматривать в качестве специфического производственного фактора, без обеспечения которого выход на рынки и соответственно получение прибыли невозможно. Таким образом, включение их в выражение (1) оправданно.

Поэтому функция (1) была расширена на еще один фактор путем включения дополнительной переменной E , равной совокупным годовым инвестициям компаний в устойчивое развитие. Следовательно, функция (1) принимает следующий вид:

$$V = f(K, L, E) = A K^{\alpha} L^{\beta} E^{\gamma}, \quad (2)$$

где V – объем выручки компании; K – объем капитальных вложений; L – численность трудовых ресурсов; E – совокупные инвестиции в устойчивое развитие, рассчитанные как сумма расходов на охрану окружающей среды и социальных расходов; α , β , γ – коэффициенты эластичности соответствующих факторов; A – коэффициент.

В логарифмическом формате уравнение (2) принимает следующий вид:

$$\ln(V) = \ln(A) + \alpha \ln(K) + \beta \ln(L) + \gamma \ln(E). \quad (3)$$

Полученная спецификация пригодна для проведения количественного анализа влияния ESG-факторов на экономические показатели компаний с применением Excel.

При формировании исходных данных были использованы официальные годовые отчеты ПАО «Газпром» и ПАО «НОВАТЭК» за период 2013–2024 гг., содержащие сведения в отношении значений V , L и E ^{2,3}. Величина K (капитал) характеризовалась стоимостью основных фондов, сведения о которых были приведены в отчетах.

С помощью надстройки Статистика в среде Excel были рассчитаны оценки коэффициентов α , β , γ и A в уравнении (3), а также проведена проверка на мультиколлинеарность регрессоров.

Рассмотрим результаты исследования по каждой компании отдельно.

Полученная модель для ПАО «Газпром» имеет следующий вид:

$$Y = 6.627 - 0.058X_1 + 0.631X_2 + 0.578X_3, \quad (4)$$

² ПАО «Газпром»: официальный сайт. – Москва. – Раздел «Инвесторам и акционерам». – URL: <https://www.gazprom.ru/investors/> (дата обращения: 22.05.2025). – Текст: электронный.

³ ПАО «НОВАТЭК»: официальный сайт. – Москва. – Раздел «Инвесторам и акционерам». – URL: <https://www.novatek.ru/investors/> (дата обращения: 22.05.2025). – Текст: электронный.

где:

$$Y = \ln(V); X_1 = \ln(K); X_2 = \ln(L); X_3 = \ln(E).$$

Выражение (4) позволяет сделать определенные выводы относительно влияния переменных-регрессоров на выручку компании. Так, увеличение капитальных затрат на одну условную единицу приводит, при прочих равных условиях, к снижению объема выпуска на 0.058 единицы. В то же время рост трудовых ресурсов на ту же величину влечет за собой увеличение выпуска на 0.631, а инвестиции в устойчивое развитие – на 0.578. Особенно важным является последний показатель, отражающий вклад ESG-факторов в деятельность компании.

Отрицательный коэффициент при переменной X_1 объясняется эффектом убывающей отдачи, связанным с текущей деятельностью «Газпрома». Во-первых, стоит принимать во внимание несмотря на то что коэффициент отрицательный, он не значителен, хотя и говорит о том, что вложения в инфраструктуру и производственные мощности не приносят такого же результата, как раньше. Это было выявлено еще в 2013–2014 гг., когда наблюдалась негативная тенденция снижения фондоотдачи и повышения фондоемкости (снижение на 6% и увеличение на 7% соответственно), в результате чего произошло падение производственной отдачи на каждую вложенную единицу капитала [14, 15].

Помимо этого, влияние оказали и внешние факторы, в частности серьезное санкционное давление на компанию в последнее время. Из-за ограниченного доступа к технологиям и оборудованию, а также износа основных средств, эффективность капитала снижалась. Примером может стать ситуация 2022 года, когда компания Siemens отказалась выполнять свои обязательства по ремонту неисправных двигателей для «Северного потока»⁴. «Газпром» вынужден переходить на российские аналоги, но такой переход требует времени, и отдача от нового капитала ниже, инвестиции только возмещают устаревание, но на росте выручки это не сказывается.

В силу того, что коэффициент при X_1 незначительный, в рамках исследования было принято решение им пренебречь. В дальнейшем анализ будет построен с использованием преобразованного уравнения регрессии:

$$Y = 6.627 + 0.631X_2 + 0.578X_3. \quad (5)$$

Коэффициент детерминации регрессионной модели (5) $R^2 = 0.708$, что следует интерпретировать как достаточно хорошее согласие с исходными данными; около 71% вариаций результативного признака объясняется изменением включенных факторов, что является существенным.

⁴ Газпром обвинил Siemens в нарушении договорных обязательств // Ведомости [Электронный ресурс]. – 2022. – 27 июля. – URL: <https://www.vedomosti.ru/politics/news/2022/07/27/933331-gazprom-obvinil-siemens> (дата обращения: 22.05.2025). – Текст: электронный.

Значимость коэффициентов уравнения (5) была проверена с помощью критерия Фишера, что подтвердило факт значимости всех регрессоров.

Средняя ошибка аппроксимации:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{\varepsilon}{Y} \right|}{n} \cdot 100\% = \frac{0.0446}{11} \cdot 100\% = 0.41\%$$

Это говорит о том, что точность полученного уравнения достаточно высокая.

Поскольку уравнение регрессии было построено с помощью метода наименьших квадратов (МНК), были проверены гипотезы об отсутствии гетероскедастичности, то есть неоднородности исходных данных, выраженных в непостоянстве дисперсии случайной ошибки модели; об отсутствии автокорреляции, а также о нормальности распределения остаточной компоненты.

Особое внимание стоит уделить переменной X_3 – инвестициям в устойчивое развитие. Именно этот фактор показал наибольшую корреляцию с результативным признаком ($r = 0.813$), что подчеркивает его ключевое значение для объяснения динамики выручки.

В естественных координатах функция (5) принимает следующий вид:

$$V = e^{6.627} \cdot L^{0.6312} \cdot ESG^{0.5784} = 755,213 \cdot L^{0.6312} \cdot ESG^{0.5784}.$$

График этой функции отражает зависимость V от двух переменных – L и ESG и представлен на рис. 1 с применением онлайн-сервиса grafikus.ru.

Интересна корреляция между L и ESG : когда объем трудовых ресурсов незначительный, то даже при инвестициях в устойчивое развитие выручка растет медленными темпами, но при большом росте рабочей силы ESG -инвести-

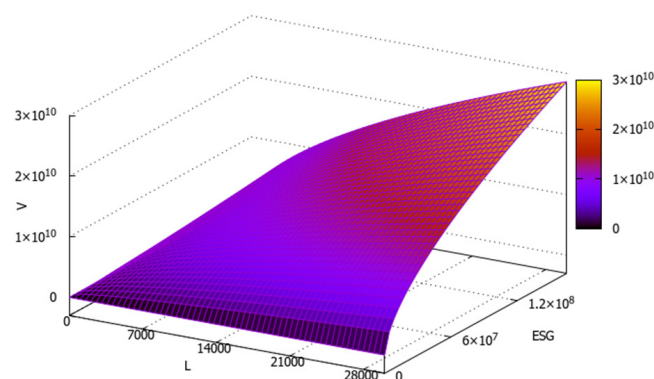


Рис. 1. Производственная функция компании ПАО «ГАЗПРОМ»

ции значительно влияют на финансовый результат. График на рис. 1 служит еще одним доказательством того, что инвестиции в устойчивое развитие – это не просто издержки, а реальная движущая сила компании, преимущественно, если сочетать это с эффективным использованием капитала и рабочей силы.

Проведем аналогичный анализ на основании результатов компании «НОВАТЭК» и сравним полученные данные.

С использованием данных из официальных отчетов компании было построено уравнение следующего вида:

$$Y = 6.4356 + 0.311X_1 + 0.5303X_2 + 0.1783X_3, \quad (6)$$

В отличие от результатов анализа для компании «Газпром» все три зависимые переменные положительным образом сказываются на выручке компании ПАО «НОВАТЭК».

Наибольшее влияние на финансовый результат оказывает вторая переменная, а именно объем трудовых ресурсов, коэффициент при X_2 наибольший – 0.5303, максимальный стандартизированный коэффициент $\beta_2 = 0.46$ позволяет сделать вывод о его главной роли в получении выручки для компании.

Построенная модель обладает высокой объясняющей способностью, так как коэффициент детерминации $R^2 = 0.897$. Это означает, что выбранные факторы почти на 90% объясняют вариации исследуемой величины – выручки. Средняя ошибка аппроксимации составляет 0.7%, что подтверждает репрезентативность модели. Статистическая значимость уравнения проверена с помощью критерия Фишера.

Таким образом, по результатам исследования уравнения регрессии заключаем, что она является статистически значимой и может быть использована для анализа факторов, влияющих на выручку ПАО «НОВАТЭК».

Для построения графика преобразуем уравнение. Чтобы упростить анализ, найдем и зафиксируем среднее значение $\ln K = X_1 = 19.879$. Тогда получаем:

$$Y = 12.6179 + 0.53033 X_2 + 0.17826 X_3,$$

После потенцирования функции Y имеем:

$$V = 301914.76 \cdot L^{0.53033} \cdot ESG^{0.17826}, \quad (7)$$

На рис. 2 представлен график функции (6). Для построения был использован сервис graficus.ru. По графику можно сделать вывод, что увеличение трудовых ресурсов значимым образом влияет на выручку. Это подтверждается как коэффициентом эластичности 0.5303 при $\ln L$, так и полученной формой трехмерного графика.

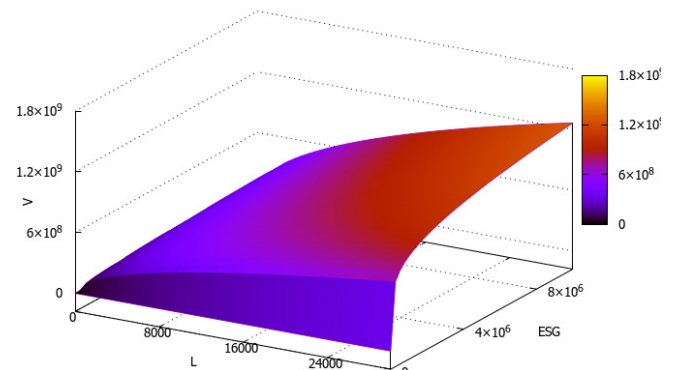


Рис. 2. Производственная функция для компании ПАО «НОВАТЭК»

Таким образом, для компании «НОВАТЭК» основным фактором роста выручки является человеческий капитал, хотя роль ESG-инвестиций тоже значима. Модель демонстрирует более плавный и устойчивый рост выручки при увеличении рассматриваемых факторов.

Следует, однако, подчеркнуть, что выводы, касающиеся ведения бизнеса компаний ТЭК в условиях ESG-инвестиций, базируются на ограниченном статистическом материале, поэтому к ним надо относиться с определенной долей осторожности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам анализа можно утверждать, что ESG-инвестиции приводят не к уменьшению выручки за счет роста издержек на проекты по устойчивому развитию, как считают некоторые экономисты, а, наоборот, к ее увеличению, особенно у крупных компаний.

Это еще раз подтверждает необходимость встраивания ESG-подходов в стратегию компании, поскольку они непосредственно влияют на финансовые результаты. Производственная функция Кобба-Дугласа в представленном варианте отражает текущую ситуацию бизнес-моделей обеих компаний, выполняя в том числе объяснительную функцию.

Рецензент: Герасимова Елена Борисовна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры бизнес-аналитики факультета налогов, аудита и бизнес-анализа ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: gerasimova2009@yandex.ru

Список использованных источников и литературы / References

1. Четвериков А.О. Стандарты анти-ESG: право и практика (элементы зарубежного опыта) // Право и политика. – 2023. – № 3. – С. 41–56. – DOI: 10.7256/2454-0706.2023.3.40452. / Chetverikov A. O. Standarty anti-ESG: pravo i praktika (elementy zarubezhnogo opyta) // Law and politics. 2023. № 3. – Pp. 41–56.
2. Вахрушина М.А., Георгиевская Е.И., Зорин А.А. Критика концепции ESG: аргументы и факты // Бухгалтерский учет и налогообложение в бюджетных организациях. – 2024. – № 6. – С. 24–31. / Vakhrushina M.A., Georgievskaya E.I., Zorin A.A. Kritika kontseptsii ESG: argumenty i fakty // Accounting and taxation in budgetary organizations. 2024. № 6. Pp. 24–31.
3. Edmans A. The End of ESG // Financial Management. – 2023. – Volume 52, Issue 1. – Pp. 3–17.
4. Зарецкий А.Д., Иванова Т.Е. Корпоративная социальная ответственность: мировая и отечественная практика. – Краснодар: КСЭИ, 2012. – 231 с. / Zaretskiy A.D., Ivanova T.Ye. Korporativnaya sotsial'naya otvetstvennost': mirovaya i otechestvennaya praktika. – Krasnodar: KSEI, 2012. – 231 p.
5. Чудинов О.О. К вопросу значения корпоративной социальной ответственности в современной экономике // Известия СПбГАУ. – 2016. – № 43. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-znacheniya-korporativnoy-sotsialnoy-otvetstvennosti-v-sovremennoy-ekonomike> (дата обращения: 08.05.2025) / Chudinov O.O. K voprosu znacheniya korporativnoy sotsial'noy otvetstvennosti v sovremennoy ekonomike // Izvestiya SPbGAU. 2016. No. 43.
6. Pérez L., Hunt V., Samandari H., Nuttall R., Biniek K. Does ESG Really Matter—and Why? // McKinsey & Company. – 2022. – August 10. – URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/does-esg-really-matter-and-why>.
7. Кирилюк И.Л. Модели производственных функций для российской экономики // Компьютерные исследования и моделирование. – 2013. – Т. 5, № 2. – С. 293–312 / Kirilyuk I.L. Modeli proizvodstvennykh funktsiy dlya rossiyskoy ekonomiki // Computer research and modeling. 2013. Vol. 5, № 2. Pp. 293–312.
8. Munguía R., Davalos J., Urzua S. Estimation of the Solow-Cobb-Douglas Economic Growth Model with a Kalman Filter: An Observability-Based Approach // Heliyon. 2019. Vol. 5, Issue 6. – DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e01959.
9. Малков С.Ю., Давыдова О.И., Билюга С.Э. Макроэкономическая производственная функция: эмпирический межстрановой анализ // Анализ и моделирование мировой и страновой динамики: экономические и политические процессы. 2016. – С. 7–26 / Malkov S. YU., Davydova O.I., Bilyuga S.E. Makroekonomicheskaya proizvodstvennaya funktsiya: empiricheskiy mezhstranovyy analiz // Analysis and modeling of global and country dynamics: economic and political processes. 2016. Pp. 7–26.
10. Botero D.A.E. Reputational Risk and Corporate Social Responsibility: How to Make CSR Policies Attractive to Productive Corporations // Vlel. 2015. Vol. 10. № 1. Pp. 87–118.
11. OECD. Financial Markets and Climate Transition: Opportunities, Challenges and Policy Implications. – Paris: OECD, 2021. – 124 p. – URL: <https://www.oecd.org/finance/Financial-Markets-and-Climate-Transition-Opportunities-challenges-and-policy-implications.htm/>
12. Gleißner W., Helm R., Kreiter S. Measurement of competitive advantages and market attractiveness for strategic controlling. // Journal of Management Control. – 2013. – № 24. – Pp. 53–75. DOI 10.1007/s00187-013-0167-1.
13. IEA Publications. The Oil and Gas Industry in Energy Transitions: Insights from IEA Analysis. – Paris: International Energy Agency, 2020. – 164 p.
14. Дуйсен К. Анализ использования основных средств ПАО «НОВАТЭК» // Управление социально-экономическими системами: теория, методология, практика: сборник статей VIII Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2020. – С. 145–150. / Duysen K. Analiz ispol'zovaniya osnovnykh sredstv PAO «NOVATEK» // Upravleniye sotsial'no-ekonomicheskimi sistemami: teoriya, metodologiya, praktika: sbornik statey VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Penza: MTSNS «Nauka i Prosveshcheniye», 2020. – Pp. 145–150.
15. Милосердова И.А. Мероприятия эффективного использования основных фондов предприятия на примере ПАО «Газпром»: бакалаврская работа / Сиб. федер. ун-т, Ин-т управления бизнес-процессами и экономики. – Красноярск, 2016. – 77 с. / Miloserdova I.A. Meropriyatiya effektivnogo ispol'zovaniya osnovnykh fondov predpriyatiya na primere PAO «Gazprom»: bakalavrskaya rabota / Sib. feder. un-t, In-t upravleniya biznes-protsessami i ekonomiki. – Krasnoyarsk, 2016. – 77 s.

THE EVALUATION OF THE IMPACT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT INVESTMENTS IN FUEL AND ENERGY COMPANIES USING PRODUCTION FUNCTION ANALYSIS

Gavryushina A.I., student of IMTUR MGIMO (U)

Aronov I.Z., Doctor of Technical Sciences, Professor at IMTUR MGIMO (U), Advisor to the Director General of the Russian Standardization Institute

The article examines the impact of sustainable development investments on the financial performance of companies in the fuel and energy sector (FES), specifically PJSC Gazprom and PJSC NOVATEK. As part of the study, production functions were constructed for both companies. The author supports the hypothesis that investments in environmental protection and social initiatives lead to increased revenue and have a positive effect on the long-term competitiveness of FES enterprises. The results demonstrate that, under current economic conditions, ESG initiatives not only enhance corporate reputation and stakeholder trust but also contribute to improved financial performance.

Keywords: sustainable development, fuel and energy sector (FES), Cobb-Douglas production function, ESG investments, revenue, multiple regression.

For citation: Gavryushina A.I., Aronov I.Z. The Evaluation Of The Impact Of Sustainable Development Investments In Fuel And Energy Companies Using Production Function Analysis. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 5 (86): 69–74. (In Russ.).

БЕСПИЛОТНАЯ СИСТЕМА ПРОАКТИВНОГО МОНИТОРИНГА РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Бурый А.С., д-р техн. наук, Российский институт стандартизации, г. Москва

Шевкунов М.А., соискатель, Российский институт стандартизации, г. Москва

Рассматриваются подходы к построению оптимальных маршрутов контроля распределенных на местности объектов на основе комплексирования беспилотных систем с транспортными сервисными платформами.

Целью исследования является интегрирование наземных транспортных платформ, характеризующихся заданными сценариями развертывания, и оптимизация на этой основе маршрутов движения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для повышения оперативности решения целевых задач и увеличения зоны обслуживания.

Методы: системный анализ динамических процессов с учетом свойств самоорганизации, адаптации и ситуационного управления беспилотными системами в задачах проактивного мониторинга распределенных объектов контроля; развитие методов многоуровневого планирования комплексных систем.

Результаты: обоснован концептуальный подход для организации построения интегрированных систем на основе комплексирования транспортных сервисных платформ и БПЛА в составе группы, сокращающий продолжительность мониторинга распределенных объектов в условиях технических отказов и ситуационной неопределенности контролируемых объектов.

Ключевые слова: проактивный мониторинг, беспилотный летательный аппарат (БПЛА), планирование маршрутов наземных транспортных платформ, информационно-логическое моделирование, маршрутизация групп БПЛА с учетом состояний.

Цитирование: Бурый А.С., Шевкунов М.А. Беспилотная система проактивного мониторинга распределенных объектов // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5 (86). С. 75–82.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие структурного анализа в вопросах комплексирования технических систем остается важным элементом технологического совершенствования современных информационно-технических комплексов. Число решаемых задач на базе беспилотной авиации постоянно увеличивается. Наиболее востребованными объектами мониторинга с привлечением беспилотных технологий выступают магистральные газопроводы (на этапе контроля состояния, выполнения ремонтных работ) [1], крупные транспортно-логистические центры, промышленные производства [2], объекты критической инфраструктуры [3], характеризующиеся высокой степенью территориальной распределенности, сложностью внутренних взаимосвязей и повышенными требованиями к безопасности и живучести. Управление такими системами требует постоянного или периодического мониторинга с заданным качеством [4] их состояния, что традиционными методами связано со значительными расходами сил и средств.

Современные беспилотные летательные аппараты (БПЛА) становятся важным инструментом для мониторинга окружающей среды, геоинформационного обеспечения [5], сбора актуальных данных, позволяя проводить регулярный или экстренный осмотр труднодоступных объектов.

БПЛА, как правило, оснащаются разнотипным функциональным оборудованием, обеспечивающим связь, наблюдение в различном диапазоне в рамках выполняемой целевой задачи, включая технологии на основе искусственного интеллекта [6, 7]. Речь может идти о системах компьютерного зрения, об алгоритмах управления группой БПЛА [8], об интеллектуальных аккумуляторных блоках и др. [9], а также о ближайшей перспективе активного применения интеллектуальных транспортных систем (ТС) [10], интегрирующих Интернет Вещей с Интернетом Машин или ТС по аналогии с сетевыми клиентскими системами [11], когда клиентами являются отдельные ТС.

Отметим, что исследования в области беспилотной авиации являются вкладом в развитие высокотехнологичных отраслей экономики и обеспечение технологического суверенитета Российской Федерации в соответствии со Стратегией развития беспилотной авиации Российской Федерации¹.

Эффективное использование групп БПЛА для мониторинга распределенных (масштабных) объектов влечет необходимость оптимального распределения задач между аппаратами [12], так как параллельное применение отдельных БПЛА приводит к перерасходу ресурсов, а в условиях временных ограничений это неприемлемо.

Для повышения эффективности мониторинга распределенных в пространстве объектов удастся за счет комплексного использования транспортных платформ и БПЛА [13]. При этом транспортная платформа (ТП) может быть наземным или водным транспортным средством, оснащенным аппаратурой связи и управления, зарядной станцией, устройством запуска БПЛА и другим вспомогательным оборудованием, обеспечивая режим проактивного мониторинга объектов контроля зоны обслуживания [14]. Это позволяет оперативно прогнозировать возможное развитие обстановки, используя базу данных типовых сценариев (БДТС) взаимодействия ТП и БПЛА в составе группы [15, 16].

¹ Стратегия развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года, утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 21 июня 2023 г. № 1630-р.

Целью исследования является интегрирование наземных транспортных платформ, характеризующихся заданными сценариями развертывания, и оптимизация на этой основе маршрутов движения беспилотных летательных аппаратов для повышения оперативности решения ими целевых задач и увеличения зоны обслуживания.

МОНИТОРИНГ, ПОДХОДЫ К ВЫБОРУ СРЕДСТВ

Мониторинг – это процесс сбора, агрегирования и анализа данных для улучшения понимания характеристик и поведения компонентов системы (объектов наблюдения). Мониторинг на базе БПЛА применяется для широкого спектра задач во множестве разнообразных сфер человеческой деятельности, включая добычу, переработку и транспортировку природных ресурсов, строительство, промышленность, сельское хозяйство, природоохрану, безопасность, работы по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и многие другие.

Подбор типов БПЛА обычно осуществляют по ряду показателей, представленных в табл. 1. Решаемые целевые задачи определяют выбор навесного оборудования, которое согласуется с характеристиками самого БПЛА.

Организация проактивного мониторинга распределенных объектов требует разработки ряда методологических и методических подходов для поддержания динамических процессов, самоорганизации и адаптации сложных объектов контроля [14]. При этом основной упор современных ин-

Таблица 1

Основные технические характеристики БПЛА для видеонаблюдения*

Характеристики	Квадрокоптер «Геоскан 801»	Supercam S350	Геоскан 201 Видео
Взлетная масса	1,5 кг	9,5–15 кг	8,5 кг
Продолжительность полета	40 мин.	4–5 час	3 ч
Дальность радиосвязи	10 км	70 км	60 км - видео
Частотный диапазон радиосвязи	2,1–2,4 ГГц	–	–
Рабочая высота полета	50–500 м	50–1500 м	100–4000 м
Максимальная высота полета	500 м	6000 м	От 100 м
Максимальная высота полета (абсолютная)	4000 м	6000 м	4000 м
Максимальная протяженность маршрута	30 км	≥ 360 км	210 км
Скорость, км/час	54	65–120	80
Диапазон рабочих температур	–20 ... +40 °C	–30... +30 °C	–20 ... +40 °C
Максимально допустимая скорость ветра	12 м/с	до 15 м/с	12 м/с
Размеры БВС в собранном состоянии	53x59x11 см	3,5–3,2 м	2,22 м
Умеренный дождь, снегопад	–	да	–

*Смирнов А.В. Обзор беспилотных летательных аппаратов URL: <https://racurs.ru/press-center/articles/bespilotnye-letatelnye-apparaty/UAV-review/> (дата обращения: 25.08.2025).

формационных технологий делается на разработку интеллектуальных систем управления, на базе которых удастся «сузить» разнообразие внешней среды, комплексно решая задачи координации, прогноза, аппроксимации, интеллектуального анализа данных, позволяя в реальном масштабе времени оценивать ситуацию, обеспечивая необходимую оперативность принятия решений.

Таким образом, за счет включения в общую структуру мониторинга сложной распределенной системы беспилотных летательных аппаратов, объединенных с транспортными платформами, удалось получить эффект эмерджентности, когда проактивный мониторинг обеспечивает функцию самоорганизации контролируемого объекта, предотвращая аварийные ситуации.

Для повышения интеллектуальности систем наблюдения и мониторинга на основе БПЛА важную роль играют такие ключевые технологии, как искусственный интеллект, машинное обучение, периферийные вычисления [17], облачные вычисления и методы цветового картографирования. Вместе эти технологии обеспечивают расширенную обработку данных, принятие решений и анализ в режиме реального времени. Краткое описание этих критически важных технологий и методов, а также соответствующих архитектур для эффективного наблюдения и мониторинга на основе БПЛА представлено в таблице 2 [18].

Проактивный мониторинг следует разделить на этапы [3]:

- 1) сбор и организация хранения данных от объектов мониторинга с требуемой дискретностью;
- 2) предварительная обработка данных с целью их стандартизации и подготовки к применению методов машинного обучения;

- 3) решение задачи классификации текущего состояния;
- 4) интерпретация результатов.

Благодаря обширным ресурсам периферийных серверов данные с БПЛА могут анализироваться по мере их получения. Обработка данных локально или вблизи БПЛА сводит к минимуму время, необходимое для передачи данных на централизованный сервер и получения ответа.

На практике задача принятия решения в условиях ряда ограничений усложняется наличием неопределенности априорных данных и размытостью прогноза априорных данных на этапе подлета для выполнения контрольных функций. Крупномасштабный характер применения БПЛА, размытость и нечеткость формулирования задания: например, «провести комплекс мероприятий в зоне стихийного бедствия с максимальной эффективностью» [6], – также могут быть учтены путем применения интеллектуальных систем.

ФОРМИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ СЦЕНАРИЕВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Динамику функционирования ТП будем представлять в виде набора задач, решаемых в контрольных точках (узлах маршрута):

$$M^{\text{ТП}} = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_K\}, \quad (1)$$

где Z_k – задачи, выполняемые в узлах маршрута ТП, $k = \overline{1, K}$, а K – общее число узлов маршрута ТП. Так в узле I осуществляется только подготовка к запуску и запуск БПЛА – A_1 , т.е. $Z^I = \{Z_1, Z_2\}$ например, в узле II , кроме указанных задач начального узла, добавляются задачи посадки БПЛА, зарядки и замены блоков питания, замены при необходимости аппаратуры наблюдения и ряд других, т.е. $Z^{II} = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_K\}$. На рис. 1 условно показано, что в узле II , осуществляются

Таблица 2

Ключевые технологии, приемы и архитектуры, позволяющие осуществлять наблюдение и мониторинг с помощью БПЛА

«Техника» / «Архитектура»	Подразделы
Искусственный интеллект и генетическая инженерия	Обнаружение объектов, распознавание и анализ местности
	Возможности обучения без присмотра и с подкреплением
	Генетические алгоритмы и задачи коммивояжера, зависящие от времени
Облачные и периферийные (граничные) вычисления	Роли периферийных и облачных вычислений
	Синергетические роли периферийных и облачных вычислений
Определение динамических характеристик объектов	Технология, основанная на цветовой или тепловой карте
Архитектура БПЛА для наблюдения и мониторинга	Архитектура, основанная на сотрудничестве
	Независимая или некоммуникабельная архитектура
	Кооперативная архитектура
	Архитектура, основанная на местоположении управления и обработки данных

запуски трех БПЛА (A_2, A_3, A_4), каждый из которых выполняет задачу в своих контрольных точках или может продолжать обслуживать любую из предыдущих точек (см., например, миссию БПЛА A_2). Последующие узлы маршрута ТП во многом повторяют задачи, решаемые в узле Z'' .

В процессе движения ТП осуществляется контроль и оперативное управление прохождением маршрута БПЛА, при необходимости решаются задачи перепланирования целей с учетом технического состояния БПЛА [12].

В зависимости от решаемых задач беспилотной системой мониторинга, зоны обслуживания, оперативной обстановки, различных формальных характеристик для формирования маршрута движения транспортной платформы целесообразно применить сценарный подход [16], причем модельный мета набор зависит от ресурсных ограничений БПЛА, зоны обслуживания, оперативной обстановки и ряда других факторов. Однако даже в условиях существующей неопределенности будем рассматривать два типовых сценария из БДТС формирования маршрута движения ТП, на основе которых строится логика управления беспилотными летательными аппаратами:

а) маршрут на основе циркуляции ТП, когда точка старта и финиша совмещены (рис. 1);

б) маршрут с разнесенными точками старта и финиша ТП (рис. 2).

Второй сценарий наиболее характерен, например, при ликвидации последствий аварий или, например, когда ТП использует речной транспорт для контроля обширных территорий, когда контролируемые участки составляют типовую программу контроля по заданной временной шкале и заранее «привязанными» точками стоянок ТП на интервале времени $[T_n, T_k]$ начала и окончания выполнения миссии. В конечной точке маршрута ТП все БПЛА завершают выполнение своих частных задач.

МАРШРУТИЗАЦИЯ БПЛА В ХОДЕ АВТОНОМНОГО ПОЛЕТА

Продолжая структурный синтез системы «транспортные платформы – беспилотные аппараты», на уровне функционально-логического представления будем рассматривать маршрут БПЛА по аналогии с (1) – в виде последовательности выполняемых функциональных задач:

$$M^{BN} = \{Y_p, Y_2, \dots, Y_p, \dots, Y_L\}, \quad (2)$$

где $Y_l, l = \overline{1, L}$ – задачи целевого применения БПЛА, в которые, кроме видеонаблюдения и поиска характерных целей, входят задачи передачи данных, информационного

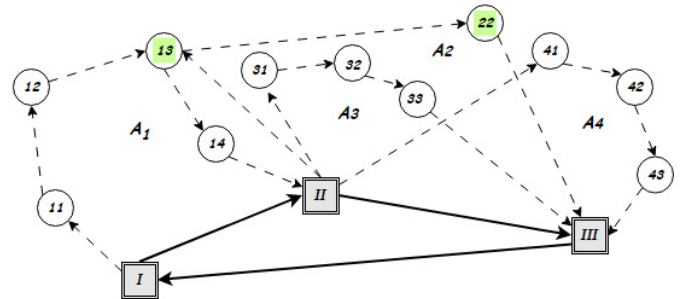


Рис. 1. Пример циркуляции ТП с возвращением в точку отправления:
 $A_1 - A_4$ – маршруты движения БПЛА; $\square$ – узлы маршрута ТП;
 $\circ$ – узлы маршрутов БПЛА

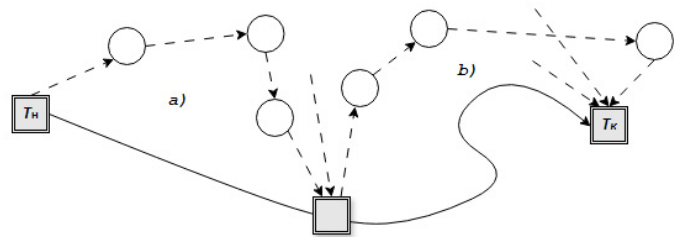


Рис. 2. Пример движения ТП без возвращения в исходную точку:
а) и б) – типовые маршруты движения БПЛА

взаимодействия между БПЛА при выполнении задач в составе группы и другие.

Каждая задача Y_l включает ряд подзадач S_l и правил перехода P_l между задачами, определяемыми бортовым планировщиком БПЛА:

$$Y_l = \{S_l, P_l\}, \quad (3)$$

где множество S_l также может дробиться в соответствии с технологиями выполнения подзадачи на ряд единичных подзадач, число которых обозначим через c_l , причем дальнейшее дробление единичных задач не предусмотрено. Тогда

$$S_l = \{s_{l1}, s_{l2}, \dots, s_{lc_l}\} = \{s_{lr}\}, \quad r = \overline{1, c_l}, \quad (4)$$

где атрибуты единичной задачи определяются заданным состоянием бортового планировщика $\bar{P}_{lr}$ БПЛА и логикой возможных переходов между единичными подзадачами – P_{lr} , что представим, как

$$s_{lr} = \{\bar{P}_{lr}, P_{lr}\}.$$

Для некоторой подзадачи s_{lr} , например, фотосъемки наземных объектов, $\bar{P}_{lr}$ может содержать их координаты, а P_{lr} –

последовательность выполнения съемки. На этом этапе не учитывается технологическое обеспечение задачи по оптимизации бортового оборудования, путем реконфигурации бортовых систем, парирования возникающих отказов и др. [12, 19].

Представленные типовые сценарии (см. рис. 1 и 2) соответствуют штатному процессу мониторинга. Количество сценариев значительно возрастает, когда от планового наблюдения за площадными зонами обслуживания (периодический контроль трубопроводных структур, энергетических линий передачи) переходят, например, к ликвидации последствий аварий, локализации лесных пожаров, когда возможны потери в составе группы БПЛА, потери информации, вследствие чего требуется оперативное перепланирование и повторное проведение съемки.

Сценарий проведения мониторинга для рассматриваемой системы ТП-БПЛА, с учетом выражений (1) и (2), представим в виде:

$$Sc^{(q)} = \begin{cases} M_q^{TP} \{Z_{q1}, \dots, Z_{qe}\}, e = \overline{1, K}; \\ M_q^{BP} \{Y_{q1}, \dots, Y_{qw}\}, w = \overline{1, L}, \end{cases} \quad (5)$$

где $Sc^{(q)}$ – сценарий мониторинга, $q = \overline{1, Q}$ – номер сценария.

Если для ТП маршрутизация больше нацелена на обеспечивающие задачи (процессы подготовки, пуска, связи, контроля состояния БПЛА), то для системы мониторинга на базе БПЛА, при важности технического состояния бортового оборудования, основной акцент делается на выполнение целевой задачи – получение и доставка видеоданных о контролируемом объекте.

Таким образом, для целевых задач мониторинга анализируются информационно-логические структуры выполняемых операций в рассматриваемом сценарном пространстве [16], в котором модель представления маршрута M_q^{BP} вида (5) уточняется, исходя из информационных задач, свойственных процессу мониторинга.

Получаемые данные в ходе решения задач мониторинга представим в виде:

$$D_{qw} = (Y_{qw}, Md_q^{B3}), \quad (5)$$

где D_{qw} – полученные данные в ходе выполнения i -й задачи по q -му сценарию, а Md_q^{B3} – модель базы знаний для информационной поддержки выполнения q -го сценария, включая типовые настройки измерительной аппаратуры, учет метеорологической обстановки в районе наблюдения [20] и ряд других факторов управления, в частности правила переходов P_{ir} между единичными подзадачами в соответствии с выражениями (3) и (4).

Формирование массива данных D_{qw} осуществляется за счет измерительных функций бортовых аппаратных средств БПЛА. Однако для распределенных объектов, характеризующихся большой протяженностью, разнообразными режимами и диапазонами съемки, важной является интегрирующая функция, для объединения разнотипных данных для дальнейшего информационного анализа.

Планирование групповой работы БПЛА сводится к разделению общей длины маршрута на приблизительно равные части по количеству БПЛА, привлекаемых к задачам наблюдения. Пример разбиения маршрута на части для двух БПЛА представлен на рис. 3, на котором маршрут каждого БПЛА показан своим цветом [12].

Окончательная продолжительность целевого использования БПЛА на маршруте определяется его энергетикой, относительной близостью ТП, а также применяемым навесным оборудованием.



Рис. 3. Пример формирования маршрута для двух БПЛА

Минимизация суммарной длины маршрута, а следовательно, и времени наблюдения или времени выполнения миссии может быть представлена, как минимизация выбранной целевой эффективности – «Э» при выполнении следующих ограничений [12, 21].

Индикаторная функция последовательности прохождения контрольных узлов (точек) маршрута, общее число которых N , а количество БПЛА равно M , имеет вид:

$$x_{i/i+1}^m = \begin{cases} 1, & \text{если } m - \text{й БПЛА посещает точку } i + 1 \text{ после } i; \\ 0, & \text{если иначе} \end{cases} \quad (6)$$

когда выполняются следующие условия:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{m=1}^M x_{i/i+1}^m = 1, \quad i = \overline{1, N}; \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=i+1}^N x_{i/j}^m \leq \mathcal{E}, \quad \forall m \in M. \quad (9)$$

Таким образом, формирование маршрута в рассматриваемой задаче мониторинга заданной зоны ответственности включает два уровня планирования:

1. Выбор сценария формирования маршрута движения транспортной платформы, выполняющей функции технической и технологической поддержки задач проактивного мониторинга группой БПЛА заданного района.
2. Оптимизация маршрутов БПЛА в составе группы путем перераспределения задач в условиях временных ограничений и возможных технических отказов в составе БПЛА, вызванных сложными условиями наблюдения (контроль зон пожаров и других чрезвычайных ситуаций).

Относительная близость ТП к зоне обслуживания выступает важным фактором безусловного выполнения задач мониторинга в условиях возможного значительного сокращения группировки беспилотных аппаратов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Преимущества рассмотренного подхода, основанного на двухэтапной маршрутизации как наземных транспортных платформ, выступающих в роли подвижных пунктов обслуживания и управления группой БПЛА (на первом этапе), так и непосредственно маршрутизацией группы БПЛА (второй этап).

Разработка возможных сценариев применения ТП требует дальнейшего развития в направлении комбинирования

оперативного перемещения ТП, с учетом выполнения целевых задач и динамики развития чрезвычайных ситуаций.

Высокая степень универсальности метода маршрутизации БПЛА, построенного на принципах выпуклой декомпозиции участков местности в текущем времени с адаптацией к реальной местности, обеспечивающая при этом высокий уровень технической отказоустойчивости и живучести в контексте безусловного выполнения задач мониторинга заданных объектов и территорий, особенно важна при работе в сложных условиях и при выполнении ответственных задач в крупномасштабных системах. При использовании БПЛА в масштабных миссиях фокус первостепенных проблем составляют связь (взаимодействие), координация, автономность, масштабируемость, надежность и безопасность, которые остаются ключевыми в задачах управления беспилотными объектами.

Таким образом, предложенная методика не только повышает эффективность планирования мониторинговых операций, но и существенно увеличивает их надежность, что особенно важно при работе в сложных условиях и при выполнении ответственных задач.

Рецензент: *Сухов Андрей Владимирович, доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник научно-производственного объединения «Специальная техника и связь», г. Москва, Российская Федерация.*
E-mail: avs57@mail.ru

Список использованных источников и литературы / References

1. Каримова Р.Р., Гайнетдинов Р.Р., Шарнина Г.С. Методы мониторинга объектов транспортировки // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2023. № 4(136). С. 80–84. / Karimova R.R., Gajnetdinov R.R., Sharnina G.S. Metody monitoringa ob'ektov transportirovki. Delovoj zhurnal Neftegaz.RU. 2023, no. 4 (136), pp. 80–84. (In Russ.).
2. Солдатов Е.С. Солдатов А.С. Интеллектуальные робототехнические средства мониторинга состояния промышленного оборудования // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2024. № 8. С. 319–323. <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2024-8-319-323> / Soldatov E.S. Soldatov A.S. Intel'lektual'nye robototekhnicheskie sredstva monitoringa sostoyaniya promyshlennogo oborudovaniya. Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. 2024, no. 8, pp. 319–323. (In Russ.).
3. Большаков М.А., Хомоненко А.Д. Метод синтеза композитной модели оценки состояния объектов для решения задач проактивного мониторинга сложных технических систем // Актуальные вопросы общества, науки и образования: сборник статей XVII Международной научно-практической конференции. В 2 ч., Пенза, 20 ноября 2024 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2024. – С. 34–37. / Bolshakov M.A., Khomonenko A.D. Metod sinteza kompozitnoj modeli ocenki sostoyaniya ob'ektov dlya resheniya zadach proaktivnogo monitoringa slozhnyh tekhnicheskikh sistem. Current issues of society, science and education: collection of articles of the XVII International Scientific and Practical Conference. At 2 a.m., Penza, November 20, 2024, pp. 34–37. (In Russ.).
4. Бурый А.С., Шевкунов М.А. Оценка качества беспилотных авиационных систем мониторинга окружающей среды // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2017. № 6(40). С. 47–57. / Buryi A.S., Shevkunov M.A. Ocenka kachestva bespilotnyh aviacionnyh sistem monitoringa okruzhayushchej sredy. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2017, no. 6(40), pp. 47–57. (In Russ.).

5. Ознамец В.В. Пространственная съемка и моделирование с использованием беспилотных летательных аппаратов // Образовательные ресурсы и технологии. 2020. № 1(30). С. 83–91. / Oznamets V.V. Prostranstvennaya s'emka i modelirovanie s ispol'zovaniem bespilotnykh letatel'nykh apparatov. Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii. 2020, no. 1(30), pp. 83–91. (In Russ.).
6. Кутахов В.П., Мещеряков Р.В. Управление групповым поведением беспилотных летательных аппаратов: постановка задачи применения технологий искусственного интеллекта // Проблемы управления. 2022. № 1. С. 67–74. <https://doi.org/10.25728/ps.2022.1.5> / Kutakhov V.P., Meshcheryakov R.V. Upravlenie gruppovym povedeniem bespilotnykh letatel'nykh apparatov: postanovka zadachi primeneniya tekhnologiy iskusstvennogo intellekta. Problemy upravleniya. 2022, no. 1, pp. 67–74. (In Russ.).
7. Шевкунов М.А. Формирование беспилотных систем на основе гибридных архитектур интеллектуальных агентов // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2023. № 3/4(73). С. 42–50. / Shevkunov M.A. Formirovanie bespilotnykh sistem na osnove gibridnykh arhitektur intellektual'nykh agentov. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2023, no. 3/4(73), pp. 42–50. (In Russ.).
8. Файзуллин Р.Ф., Магид Е.А. Применение генетического алгоритма для решения задачи покрытия территории группой беспилотных летательных аппаратов при поддержке наземной мобильной зарядной станции: формирование хромосомы // Известия ЮФУ. Технические науки. 2024. № 1(237). С. 134–141. <https://doi.org/10.18522/2311-3103-2024-1-134-141> / Fajzullin R.F., Magid E.A. Primenenie geneticheskogo algoritma dlya resheniya zadachi pokrytiya territorii gruppoj bespilotnykh letatel'nykh apparatov pri podderzhke nazemnoy mobil'noy zaryadnoy stancii: formirovanie hromosomy. Izvestiya SFedU. Engineering Sciences. 2024, no. 1(237), pp. 134–141. (In Russ.).
9. Костин А.С., Майоров Н.Н., Кучко Д.В. Исследование моделей и методов практической реализации беспилотных транспортных систем для морских пассажирских терминалов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. 2024. Т. 16. № 3. С. 467–477. <https://doi.org/10.21821/2309-5180-2024-16-3-467-477> / Kostin A.S., Maiorov N.N., Kuchko D.V. Research of models and methods for practical implementation of unmanned transport systems for marine passenger terminals. Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova. 2024, vol. 16, no. 3, pp. 467–477. (In Russ.).
10. Panigrahy S.K., Emany H. A survey and tutorial on network optimization for intelligent transport system using the internet of vehicles. Sensors. 2023, vol. 23, no. 1: 555. <https://doi.org/10.3390/s23010555>
11. 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 in Russia. 2011, no. 8, pp. 156–157. (In Russ.).
12. Бурый А.С., Шевкунов М.А. Метод оптимизации построения маршрута движения группы беспилотных летательных аппаратов на основе выпуклой декомпозиции // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 3(84). С. 88–97. <https://doi.org/10.24412/2311-1348-2025-3-88-97> / Buryi A.S., Shevkunov M.A. Surrogatnoe modelirovanie raspredelennykh informacionnykh sistem po bol'shim dannym. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation, 2019, no. 5(51), pp. 43–50. (In Russ.).
13. Liu Y., Luo Z., Liu Z., et al. Cooperative routing problem for ground vehicle and unmanned aerial vehicle: The application on intelligence, surveillance, and reconnaissance missions. IEEE Access. 2019, vol. 7, pp. 63504–63518.
14. Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Теоретические и технологические основы концепции проактивного мониторинга и управления сложными объектами // Известия ЮФУ. Технические науки. 2015. № 1(162). С. 162–174. / Okhtilev M.Yu., Sokolov B.V., Yusupov R.M. Teoreticheskie i tekhnologicheskie osnovy koncepcii proaktivnogo monitoringa i upravleniya slozhnymi ob'ektami. Izvestiya SFedU. Engineering Sciences. 2015, no. 1(162), pp. 162–174. (In Russ.).
15. Гущина Д.А. Основные этапы построения сценария атаки беспилотного летательного аппарата класса микро и мини на аэродромы базирования авиации // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2025. № 2-2. С. 88–91. <https://doi.org/10.37882/2223-2966.2025.02-2.11> / Gushchina D.A. Osnovnye etapy postroeniya scenariya ataki bespilotnogo letatel'nogo apparata klassa mikro i mini na aerodromy bazirovaniya aviatsii. Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2025, no. 2-2, pp. 88–91. (In Russ.).
16. Шульц В.Л., Чернов И.В. Использование виртуальных структур при формировании сценарно-когнитивных моделей на основе использования экспертных знаний // Управление большими системами: сборник трудов. 2024. № 108. С. 156–173. <https://doi.org/10.25728/ubs.2024.108.9> / Shults V.L., Chernov I.V. Ispol'zovanie virtual'nykh struktur pri formirovanii scenarno-kognitivnykh modelej na osnove ispol'zovaniya ekspertnykh znaniy. Upravlenie bol'shimi sistemami: sbornik trudov. 2024, no. 108, pp. 156–173. (In Russ.).
17. Бурый А.С. Облачные вычисления в цифровой трансформации информационных технологий // Правовая информатика. 2021. № 2. С. 4–14. <https://doi.org/10.21681/1994-1404-2021-2-04-14> / Buryi A.S. Oblachnye vychisleniya v cifrovoj transformacii informacionnykh tekhnologij. Pravovaya informatika. 2021, no. 2, pp. 4–14. (In Russ.).

18. Ahmad T., Morel A., Cheng N., et al. Future UAV/Drone Systems for Intelligent Active Surveillance and Monitoring. ACM Computing Surveys. 2025, vol. 58, no. 2: 1–37.
19. Орехович Р.А. Методика функциональной реконфигурации комплекса бортового оборудования беспилотного летательного аппарата // Труды МАИ. 2024. № 136. С. 10. / Orekhovich R.A. Metodika funkcional'noj rekonfiguracii kompleksa bortovogo oborudovaniya bespilotnogo letatel'nogo apparata. Trudy MAI. 2024, no. 136, Art. 10. (In Russ.).
20. Саломатин А.А. Анализ структур систем информационной поддержки транспортировки грузов с помощью гетерогенной группы БПЛА с учетом метеорологических условий // Вестник Донецкого национального университета. Серия Г: Технические науки. 2024. № 3. С. 92–101. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14018632>. / Salomatin A.A. Analiz struktur sistem informacionnoj podderzhki transportirovki gruzov s pomoshch'yu geterogennoj gruppy BPLA s uchetom meteorologicheskikh uslovij // Vestnik Doneckogo nacional'nogo universiteta. Seriya G: Tekhnicheskie nauki. 2024, no. 3, pp. 92–101. (In Russ.).
21. Скиена С.С. Алгоритмы. Руководство по разработке. 3-е изд., пер. – СПб.: БХВ-Петербург, 2022. – 848 с. / Skiena S. Algoritmy. Rukovodstvo po razrabotke. Saint Petersburg: BHV-Peterburg Publ., 2022, 848 p. (In Russ.).

AN UNMANNED PROACTIVE MONITORING SYSTEM FOR DISTRIBUTED FACILITIES

Buryi A.S., Doctor of Sciences in Technology, Russian Standardization Institute, Moscow

Shevkunov M.A., degree applicant, Russian Standardization Institute, Moscow

Approaches to the construction of optimal routes for monitoring objects distributed on the ground based on the integration of unmanned systems with transport service platforms are considered.

The aim of the study is to integrate ground transport platforms characterized by preset deployment scenarios and optimize the routes of unmanned aerial vehicles (UAVs) on this basis to increase the efficiency of solving target tasks and increase the service area.

Methods: system analysis of dynamic processes, taking into account the properties of self-organization, adaptation and situational management of UAVs in the tasks of monitoring distributed control facilities; development of methods for multi-level planning of complex systems.

Results: a conceptual approach to the organization of the construction of integrated systems based on the integration of transport service platforms and UAVs as part of a group is substantiated, which reduces the duration of monitoring distributed facilities in conditions of technical failures and situational uncertainty of controlled facilities.

Keywords: proactive monitoring, unmanned aerial vehicle (UAV), route planning of ground transport platforms, information and logical modeling, routing of groups of UAVs taking into account the conditions.

For citation: Buryi A.S., Shevkunov M.A. An unmanned proactive monitoring system for distributed facilities. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 5 (86): 75–82. (In Russ.).

МУЛЬТИАГЕНТНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ: МОДЕЛЬ ДОВЕРИЯ К ДЕЙСТВИЯМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ

Бурый А.С., Российский институт стандартизации, г. Москва

Лопатин И.Н., Российский институт стандартизации, ПАО «Сбербанк», г. Москва

Митрофанов А.Д., Папруга А.А., ПАО «Сбербанк», г. Москва

Целью исследования является разработка архитектуры мультиагентной системы управления корпоративными знаниями (СУЗ) с механизмом динамического назначения уровня доверия интеллектуальным агентам (ИА) и источникам, обеспечивающей достоверность и управляемость корпоративной базы знаний в условиях распределенных источников данных.

Методы: аналитический обзор и синтез практик Data Governance, архитектурное проектирование мультиагентных систем, формализация метрик качества данных, разработка скоринговых функций и правил верификации знаний.

Результаты: предложена архитектура СУЗ с разделением на технический и бизнес-контуры. Определен состав и роли ИА (поставщик знаний, валидатор, суммаризатор, ассистент по знаниям). Сформулирована динамическая модель доверия и матрица прав для действий ИА в базе знаний. Описан двухступенчатый процесс валидации знаний и установлены требования к непрерывному мониторингу метрик качества и пересчету уровня доверия.

Ключевые слова: мультиагентная система, система управления знаниями, система доверия, интеллектуальный агент (ИА); мониторинг качества данных; уровень доверия к ИА.

Цитирование: Бурый А.С., Лопатин И.Н., Митрофанов А.Д., Папруга А.А. Мультиагентная система управления знаниями: модель доверия к действиям интеллектуальных агентов // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5 (86). С. 83–91.

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

ДМД – Динамическая модель доверия

ИА – Интеллектуальный агент

ИС – Информационная система

ИИ – Искусственный интеллект

СУЗ – Системы управления знаниями

DKA – Domain knowledge agent

ВВЕДЕНИЕ

В современных организациях объем и разнообразие информации растут экспоненциально, что приводит к усложнению процессов поиска, интеграции и актуализации знаний. Эффективное управление корпоративными знаниями становится ключевым фактором конкурентоспособности, устойчивости и инновационного развития. Однако существующие системы управления знаниями (СУЗ) и метаданными¹ [1] часто не обеспечивают необходимый

уровень достоверности, целостности и релевантности информации, ввиду отсутствия систем оценки и мониторинга контроля уровня качества знаний.

Одной из критических проблем является отсутствие комплексного механизма оценки доверия к источникам данных и агентам, участвующим в формировании и обновлении базы знаний любой организации. В качестве агентов обычно рассматриваются реактивные и когнитивные прикладные программные агенты [2], которые объединим понятием «интеллектуальные агенты» (ИА) [3]. При этом традиционные подходы к валидации данных [4] ориентированы либо на жесткие автоматические правила, либо на экспертную проверку, что приводит к низкой адаптивности системы в условиях динамично меняющейся информационной среды.

Задача представленной работы – разработка мультиагентной системы управления корпоративными знаниями, составляющими некоторый интеллектуальный капитал организации, который также требует измерения, накопления, придавая организации важные преимущества в конкурент-

¹ Метаданные – это данные, описывающее контекст (context – от лат. «связь») и контент (от англ. content – «содержание») объектов.

ной среде². Система управления знаниями включает технический контур автоматизированного извлечения (модуль сбора знаний) и анализа метаданных, бизнес-контур экспертной валидации и семантического обогащения [2, 5], а также динамическую модель доверия, адаптирующую права ИА в зависимости от качества и достоверности предоставляемых ими знаний.

Поставленная задача декомпозируется в следующие подзадачи: проанализировать существующие подходы к управлению знаниями и метаданными; разработать мультиагентную архитектуру СУЗ с техническим контуром автоматизированного извлечения метаданных и бизнес-контуром экспертного семантического обогащения; определить доменно-ориентированную модель представления знаний и принципы интеграции доменов; разработать модель доверия ИА и процедур валидации знаний; задать требования к разработке архитектуры мониторинга качества и доверия ИА.

Цель данного исследования – сформировать научно обоснованный алгоритмический аппарат, позволяющий рассчитывать уровень доверия к ответам ИА и их действиям в мультиагентной среде с применением СУЗ в качестве источника знаний.

Для этого предлагается интегрировать мультиагентную СУЗ с формализованной динамической моделью доверия (ДМД), которая адаптивно регулирует привилегии ИА на основе метрик качества и истории валидаций; предложить доменно ориентированную онтологическую модель представления знаний с обеспечением семантической совместимости между доменами; ввести правила пересчета доверия и их связь с матрицей прав на модификацию базы знаний ИА.

1. ЗНАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

Под знаниями организации понимается целенаправленно актуализированная, обобщенная, систематизированная, структурированная и скоординированная информация. В системах организационного управления предназначение знаний – поддержка моделей принятия решений [6]. Составными частями знаний являются факты, концепции, объекты, субъекты, процессы и т. д. Информация представляется в виде формализации данных для их передачи, интерпретации и обработки.

Знания организации могут включать в себя, но не ограничиваться этим:

- знания информационных технологий – это знания об информационных системах (ИС) и процессах: код, архитек-

туры, конфигурации ИС, плейбуки. Такие знания хранятся в репозиториях, локальных wiki, поэтому быстро устаревают;

- бизнес-знания – знания, описывающие: клиентоориентированность, бизнес-цели, сведения о продуктах, ценах, каналах продаж, процессов сделки, об экономике и денежных потоках, тенденциях рынка и многое другое;

- знания кибербезопасности – это знания активов, рисков, реальных угроз, действующих политик и контролей [7]. Примеры знаний: архитектура средств защиты, плейбуки, отчеты работы команд по информационной безопасности, требования и стандарты кибербезопасности, распределение ролей, требования регуляторов.

На рис. 1 представлена общая схема взаимодействия элементов и подсистем в среде СУЗ.

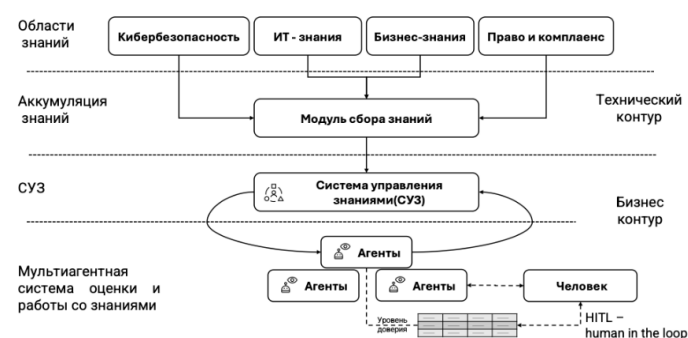


Рис. 1. Взаимодействие элементов и подсистем в среде СУЗ

2. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ

Система управления знаниями преобразует собранные метаданные в категоризированные области знаний [8]. Каждая область знаний разделена на внутренние и внешние домены, которые определяют ИА по знаниям (Domain Knowledge Agent, DKA) [9], который обеспечивает взаимодействие со знаниями своего домена на основе генеративного искусственного интеллекта (ИИ) [10, 11]. DKA берет факты из репозитория СУЗ, добавляет к ним контекст предметной области и синхронизирует с экспертами (людьми). Знания формализуются в онтологию домена, интегрированную в СУЗ, что обеспечивает семантическую совместимость и обмен между доменами. Представление в виде графов знаний [12] облегчает логический вывод и позволяет выявлять дополнительные связи между объектами знаний, дополнительный семантический слой фиксирует эквивалентные значения атрибутов разных источников.

Жизненный цикл знаний включает стадии представления знаний, моделирования знаний, приобретения знаний, хранения знаний, слияния знаний, вычисления знаний, применения и сопровождения знаний и т. д. [12].

² ГОСТ Р 54877–2016 Менеджмент знаний. Руководство для персонала при работе со знаниями. Измерение знаний. М.: Стандартинформ, 2020.

Качество и достоверность знаний – это обязательные метрики СУЗ, которые достигаются экспертной ручной валидацией и автоматическим контролем качества данных, интегрированным в сервисы СУЗ. Декомпозиция по доменам решает задачу масштабирования: уровень управляемости позволяет назначить одного ответственного за каждый домен и ускорить поиск (запросы могут ограничиваться доменом СУЗ), тем самым обеспечить необходимую управляемость.

Система управления знаниями [5, 12] представляет собой единую систему по работе с источниками знаний, сбору знаний, их систематизации, классификации и хранению.

Архитектура организации СУЗ включает в себя (см. рис. 2):

- инструменты взаимодействия с источниками знаний: коннекторы и API-интерфейсы к внутренним и внешним системам (репозитории кода, базы данных, wiki, тикеты);
- модули сбора информации: конвейеры извлечения – такие, как парсеры, нормализаторы, дедупликаторы, компоненты обогащения метаданных, работающие по расписанию или событиям;
- потоки наполнения СУЗ: автономные агенты с ручной модерацией, где ИА формируют знания, человек-эксперт подтверждает/исправляет автономные действия, повышая уровень доверия к действиям ИА [13];
- организацию хранения по доменам: логическая модель «домен / поддомен / подтип» с версиями, связями между артефактами (гlossарий, схемы, плейбуки), поиском по метаданным и разграничением доступа [14];



Рис. 2. Структура системы управления знаниями

– ИА валидации: формирование доверительных метрик (скоринг проверенных знаний) [15].

3. АГЕНТ ПО ЗНАНИЯМ

Для защиты корпоративной базы знаний данные от ИА проходят двойную проверку: автоматическими правилами и экспертами. Надежность источника оценивается моделью доверия [16], которая постоянно пересчитывается по метрикам системы многоуровневого мониторинга качества данных [15]: доля принятых знаний, количество ошибок, конфликтов и т. д.

При создании ИА получает доступ только в предметную область. Стартовый уровень доверия зависит от происхождения ИА: интеграция (использование инструментов «tools») с проверенной системой дает более высокий рейтинг.

Система мониторинга фиксирует результаты каждой валидации [7, 15], поднимая скоринг успешно пройденной проверки действия ИА человеком. Высокий скоринг действия ИА соответствует повышенному уровню доверия, что в свою очередь используется для передачи функции человека ИА [16, 17].

От уровня доверия зависят права и автономность ИА (рис. 3), включая:

- высокий уровень доверия – ИА может пополнять базу знаний, переопределять устаревшие записи, выступать арбитром при конфликте в случае мультиагентского исполнения;
- средний уровень доверия – допускается добавление и обновление некритичных данных, но требуется проверка человеком (НПТЛ)³;
- низкий уровень доверия – все сообщения маркируются «требуется проверка», удалять или менять критичные разделы запрещено.

³ Аббревиатура от (англ.) Human In The Loop: модель, которая требует взаимодействия с человеком.



Рис. 3. Доступ к знаниям агентами с разным уровнем доверия

Права реализованы как «роль», автоматически меняющаяся при росте или падении рейтинга и мотивирующая ИА поддерживать репутацию.

Надежным ИА передают модерацию потоков: фильтрацию дубликатов, предварительное исправление метаданных, арбитраж конфликтов. Это масштабирует систему без постоянного участия людей.

Отображение доменов знаний в СУЗ представлено на рис. 4, где каждый из источников знаний получает автоматизированную скоринговую оценку.

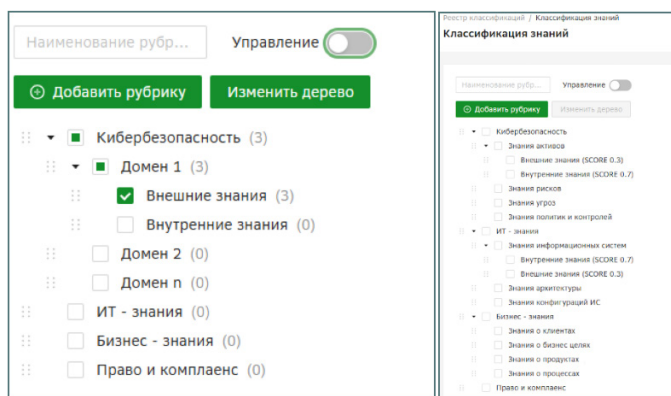


Рис. 4. СУЗ с отображением доменов

4. МУЛЬТИАГЕНТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Каждый ИА наделен функциями в рамках своей роли. ИА по метаданным извлекает структурную информацию о таблицах и полях через API, а доменные ИА курируют содержательные аспекты своих областей [9, 14]:

– агент-валидатор автоматически проверяет новые знания на корректность и непротиворечивость (по правилам, онтологиям и истории изменений) и присваивает им статус доверия;

– агент-суммаризатор превращает длинные документы и потоковые логи в краткие, структурированные выжимки с ключевыми фактами, тегами и ссылками на источники;

– агент-ассистент по знаниям отвечает на вопросы пользователей [10], находит релевантные артефакты в СУЗ и объясняет контекст с учетом ролей, доменов и уровня доступа [14];

– агент-наполнения знаний подключается к источникам, извлекает и нормализует данные, создает черновики записей в СУЗ и обновляет их по расписанию или событиям.

Автономность сочетается с обменом сообщениями в общем информационном пространстве знаний, семантиче-

скую совместимость гарантирует единая онтология понятий и отношений.

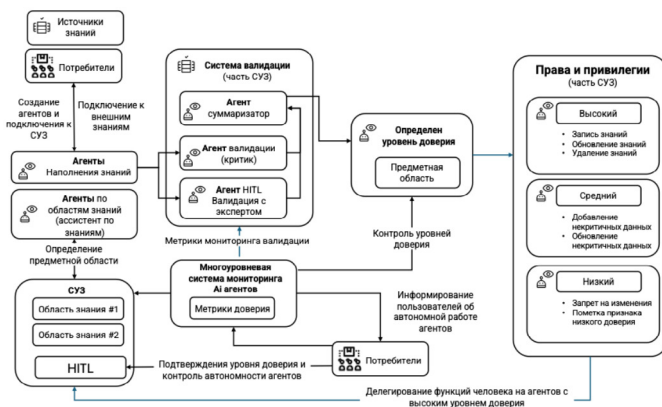


Рис. 5. Работа мультиагентной сети с областями знаний в СУЗ

Ниже представлена мультиагентная система записи и валидации знаний, которая включает механизмы оценки доверия и ИТЛ (рис. 6):

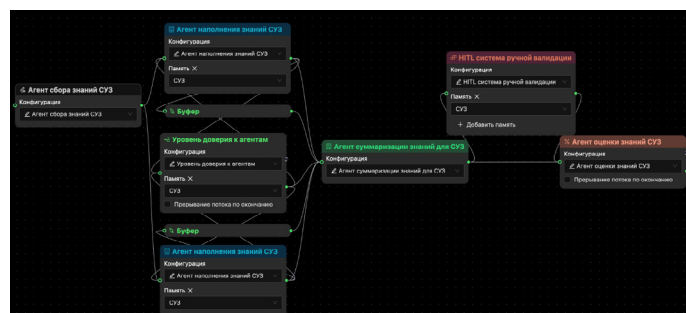


Рис. 6. Мультиагентная сеть агентов системы управления знаниями

На рис. 6 представлены механизмы наполнения, валидации и оценки знаний ИИ агентами. Данный подход включает в себя модуль ИТЛ, для ручной валидации действий ИА и поощрения ИА за успешно выполненные задачи.

5. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДОВЕРИЯ И СКОРИНГА

Эксплуатация мультиагентной СУЗ требует механизма динамического доверия к ИА, использующим разные домены знаний. В предлагаемой модели доверие обновляется на основе автоматической и экспертной валидации с учетом скоринга рейтинга ИА и текущего качества данных [17, 18].

Базовые параметры и исходное доверие к ИА

При инициализации каждому ИА назначаются предметный домен знаний D и исходная величина доверия T_0 из диапазона $[0; 1]$.

Исходное доверие рассчитывается как:

$$T0 = \alpha_{src} S + (1 - \alpha_{src}) C, \quad (1)$$

где

S – степень верификации источника ИА; например, $S = 0$ для внешнего домена знаний и $S = 1$ для внутреннего, корпоративного домена знания;

C – скоринговая метрика показателя ИА (отношение подтвержденных человеком действий ИА ко всем действиям за весь период работы: $confirmed / total$);

$\alpha_{src} \in [0; 1]$ – надежность источника знаний, определяемая человеком или в автономном режиме ИА относительно метрики C .

Пример 1. Внутренний домен знаний:

- источник: внутренний корпоративный домен знаний;
- степень верификации источника знания: $S = 1$ (полностью доверенный).
- портфель агента: $C = 0,6$ (то есть из 100 действий агентов – 60 были подтверждены человеком);
- вес источника: $\alpha_{src} = 0,7$ (эксперт считает происхождение источника более важным, чем данные в домене СУЗ).

Из выражения (1) получаем:

$$T0 = 0,7 \times 1 + (1 - 0,7) \times 0,6 = 0,88. \quad (2)$$

Агент получает высокий уровень доверия.

Пример 2. Внешний домен знаний:

- источник: внешний домен знаний;
- степень верификации источника: $S = 0$;
- портфель агента: $C = 0,75$ (75% действий подтверждены человеком);
- вес источника: $\alpha_{src} = 0,6$.

$$T0 = 0,6 \times 0 + (1 - 0,6) \times 0,75 = 0,3. \quad (3)$$

Агент получает низкий уровень доверия (L1).

На рис. 7 показаны графики зависимости величины доверия от уровня автономности ИА.

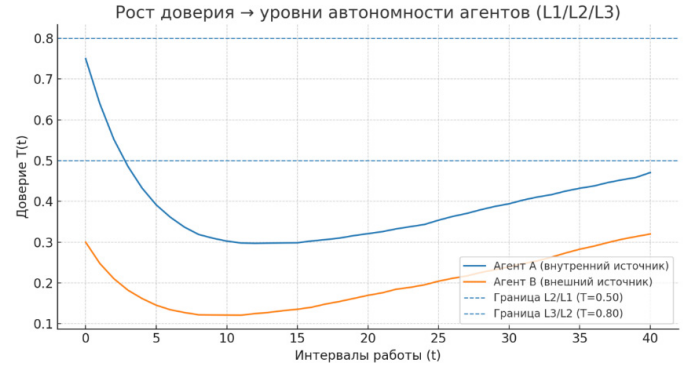


Рис. 7. Отношение доверия ИА к автономным действиям (работам)

Интервальные метрики и обновление доверия. Для адаптивного управления доверием система мониторинга на каждом интервале Δt собирает метрики активности ИА. Пересчет доверия выполняется по формуле экспоненциально-взвешенного усреднения:

$$T_{next} = g T + (1-g) [b (n_{val} / n_{sent}) - (1-b) (n_{rej} + n_{sent}) / n_{sent}]_{[1,0]}, \quad (4)$$

где T – доверие до пересчета; T_{next} – доверие после пересчета; $n_{sent}(D, t)$ – количество отправленных фактов; $n_{val}(D, t)$ – количество подтвержденных фактов; $n_{conf}(D, t)$ – количество коллизий; (D, t) – факторы, отправленные ИА в домене D за интервал времени t ; $g \in [0; 1]$ – коэффициент памяти (инерционность модели); $b \in [0; 1]$ – коэффициент баланса между поощрением и штрафом; n_{val} / n_{sent} – доля подтвержденных фактов; $(n_{rej} + n_{conf}) / n_{sent}$ – доля отклоненных и конфликтных фактов.

Если $n_{sent} = 0$, допускается сохранение значения доверия без пересчета ($T_{next} = T$), либо применение полной памяти ($T_{next} = g T$ при $g = 1$).

Связь с базовой моделью доверия

Предлагаемая потоковая модель (4) опирается на классическую базовую схему пересчета доверия, используемую в моделях агентных систем [17, 18]. В общей форме она задается уравнением:

$$T_{now} = a T_{prev} + b Q + g_e E, \quad (4a)$$

где T_{prev} – доверие на предыдущем шаге; Q – автоматическая оценка качества фактов (например, доля подтверждений n_{val} / n_{sent} за интервал); E – экспертная оценка достоверности; a, b, g_e – весовые коэффициенты, нормированные по сумме, т.е. $(a + b + g_e = 1)$.

В данной схеме доверие ИА в текущий момент времени T_{now} рассчитывается по рекуррентному соотношению, представляющему собой линейную комбинацию нормирован-

ных факторов: предыдущего значения доверия T_{prev} , автоматической оценки качества Q и экспертной оценки E .

Потоковая модель (4) представляет собой конкретизацию общей схемы (4а) применительно к системам управления знаниями. В данной интерпретации автоматическая оценка качества Q определяется как отношение числа подтвержденных фактов к общему числу фактов за интервал наблюдения (n_{val} / n_{sen}). Экспертное влияние отражается косвенно: подтверждение увеличивает показатель n_{val} , а отклонение – показатель n_{rej} . Весовые коэффициенты общей модели (a, b, g_e) трансформируются в параметры g и b обеспечивая баланс между историческим значением доверия и результатами текущего наблюдения.

Уровни доверия и права агента. В базовом подходе предлагается использовать 3 уровня шкалы доверия агентов (см. табл. 1). При необходимости, в сложных ИС, градация может быть расширена.

Таблица 1

Градация уровней доверия и матрица прав

Уровень	Диапазон Т	Действия в базе знаний	Основные функции
L3 (High)	$T \geq 0.8$	INSERT, UPDATE*, DELETE*	Арбитраж, модерация, редакция
L2 (Medium)	$0.5 \leq T < 0.8$	INSERT (tag=HITL), UPDATE (low-risk)	Ограниченное редактирование
L1 (Low)	$T < 0.5$	INSERT (HITL), SELECT	Без права публикации

Высокий уровень T_H . Агент с этим уровнем имеет привилегии на прямое внесение знаний, обновление существующих записей, а также арбитраж коллизий. Средний уровень T_M . Агент может добавлять знания только с дополнительной экспертизой, также может вносить редакцию в нечувствительные данные. Низкий уровень T_L . Сообщения агента проходят маркировку «требуется проверки» (см. табл. 2).

Таблица 2

Права агентов на изменения знаний

Уровень доверия	Добавление знаний	Изменение знаний	Удаление знаний	Публикация в общую базу
Высокий	✓	✓	✓	✓
Средний	✓	✓	✗	✓
Низкий	✓	✗	✗	✗

При снижении уровня доверия $T \rightarrow T_L$ также происходит снижение уровня привилегий для исключения ошибок.

6. СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ДЕЙСТВИЙ АГЕНТОВ И ДОВЕРИЯ

Функционирование мультиагентной системы управления знаниями невозможно без формализованного механизма мониторинга действий ИА и динамики доверия к ним. Мониторинг рассматривается как процесс непрерывного сбора, анализа и интерпретации данных о деятельности ИА в доменах знаний, обеспечивающий поддержание целостности и достоверности корпоративной базы знаний [7, 15].

Архитектура многоуровневой системы мониторинга ИА

Архитектура системы мониторинга базируется на принципах многоуровневого контроля и интеграции с СУЗ.

Для контроля агентов необходимы следующие уровни мониторинга:

– инфраструктурный уровень – регистрация инфраструктурных метрик ИА, контроль активности SQL запросов агентов к системе знаний;

– статистический уровень и уровень качества данных – контроль полноты и консистентности метаданных, контроль качества поставляемых знаний, контроль обязательных полей в системе знаний по каждому из доменов;

– уровень доверия – контроль и оценка доверия к ИА на основе формул (4) и (4а), отражающих соотношение успешных и ошибочных действий.

Данные уровни образуют целостную систему, обеспечивающую как технический, так и семантический контроль достоверности знаний [7, 15].

Метрики мониторинга агентов по знаниям.

Для каждого ИА A в домене D за интервал наблюдения t фиксируются следующие метрики из выражения (4):

$$A(D, t) = \{n_{sen}, n_{val}, n_{rej}, n_{conf}\}.$$

Совокупность указанных метрик используется при пересчете доверия по формуле (4). Кроме того, анализ временных траекторий $T(t)$ позволяет выявлять аномалии, например компрометацию ИА, либо систематические ошибки при обработке данных [7].

Механизм управления доверия к действиям ИА

Значение доверия определяет полномочия [14] ИА в системе:

- при **высоком доверии** ($T \geq 0,8$) агенту разрешается прямое внесение и модификация знаний;
- при **среднем доверии** ($0,5 \leq T < 0,8$) действия агента помечаются как требующие экспертной проверки;
- при **низком доверии** ($T < 0,5$) операции ограничиваются карантинным режимом и не влияют на общую базу без внешнего подтверждения.

Таким образом, доверие выполняет роль адаптивного регулятора прав доступа [14], а мониторинг обеспечивает своевременное их пересмотрение [7].

Мультиагентная организация мониторинга

Контроль достигается за счет мультиагентной организации системы мониторинга. В ее структуру входят ИА, предназначенные для контроля логов и метрик, а также выявления аномалий в работе ИА по знаниям:

- агенты-детекторы – фиксируют первичные метрики и выявляют аномалии;
- агенты-архитекторы – планируют реакцию системы на отклонения;
- агенты-мыслители – декомпозируют задачи по доменам знаний;
- агенты-исполнители – автоматизируют корректирующие действия и обновляют статусы доверия.

Коллективное функционирование данных типов ИА обеспечивает саморегуляцию мониторинга: факты классифицируются автоматически, отклонения направляются на повторную валидацию через систему HITL, а высоконадежные ИА принимают функции модерации потоков знаний [7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования выполнена разработка архитектуры мультиагентной системы управления корпоративными знаниями, обеспечивающей достоверность и управляемость корпоративной базы знаний в условиях распределенных источников знаний.

Решение позволило: выявить ограничения существующих подходов к управлению знаниями и метаданными; спроектировать систему с техническим контуром автоматизированного извлечения метаданных и бизнес-контуром экспертного семантического обогащения; определить онтологическую модель представления знаний и принципы интеграции доменов; предложить формализованную динамическую модель доверия ИА, основанную на скоринговых функциях и двухступенчатой процедуре валидации знаний; задать требования к мониторингу работы ИА и доверия к действиям; выявить влияния низкого качества данных при работе ИА по знаниям.

Полученные результаты формируют основу для создания корпоративных систем управления знаниями, способных к масштабированию, самоорганизации и повышению устойчивости к рискам использования недостоверных знаний. Перспективы дальнейших исследований связаны с расширением механизмов риск-ориентированного мониторинга, интеграцией с интеллектуальными ИС поддержки принятия решений и стандартизацией процессов оценки качества данных в мультиагентных средах.

Рецензент: *Сухов Андрей Владимирович, доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник ФКУ «НПО «Специальная техника и связь», главный специалист ФГБУ «Институт стандартизации», г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: a.s.burji@gostinfo.ru*

Список использованных источников и литературы / References

1. Тузовский А.Ф. Формирование семантических метаданных для объектов системы управления знаниями // Известия Томского политехнического университета. 2007. Т. 310, № 3. С. 108–112. / Tuzovsky A.F. Formirovanie semanticheskikh metadannykh dlya obektov sistemy upravleniya znaniyami. Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. 2007; 310(3): 108–112. (In Russ.).
2. Зайцев Е.И., Нурматова Е.В. О подходе к управлению знаниями и разработке мультиагентной системы представления и обработки знаний // Russian Technological Journal. 2023. Т. 11, № 4. С. 16–25. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2023-11-4-16-25> / Zajtsev E.I., Nurmatova E.V. O podhode k upravleniyu znaniyami i razrabotke mul'tia-gentnoj sistemy predstavleniya i obrabotki znaniy. Russian Technological Journal. 2023; 11(4):16–25. (In Russ.).
3. Бурый А.С., Фролов В.А., Куляница А.Л. Эволюция агентного моделирования. Часть 1. Архитектура интеллектуального агента // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2023. № 5 (74). С. 38–47. / Buryi A.S., Frolov V.A., Kulyanitsa A.L. The evolution of agent-based modeling. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2023; 5 (74): 38–47. (In Russ.).

4. 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.).
5. Суслов Д.С. Управление знаниями в организации: основные модели // Креативная экономика. 2012. № 10 (70). С. 89–97. / Suslov D.S. Upravlenie znaniyami v organizacii: osnovnye modeli. Kreativnaya ekonomika. 2012; 10(70): 89–97. (In Russ.).
6. 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.).
7. 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. Multi-level data-quality systems based on artificial intelligence models: problems and solutions. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 1 (82): 70–75. (In Russ.).
8. Aryal S., Do T., Heyojoo B., et al. Leveraging multi-AI agents for cross-domain knowledge discovery. arXiv preprint arXiv. 2024; 2404.08511.
9. Kostka A., Chudziak J.A. Synergizing logical reasoning, knowledge management and collaboration in multi-agent LLM system. arXiv preprint arXiv. 2025; 2507.02170.
10. Бурый А.С., Цаплина О.С. Генеративный искусственный интеллект цифрового университета // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 5 (80). С. 85–91. / Buryi A.S., Tsaplina O.S. Generativnyj iskusstvennyj intellekt cifrovogo universiteta. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2024; 5(80): 85–91. (In Russ.).
11. Днепровская Н.В. Система управления знаниями как основа smart-обучения // Открытое образование. 2018. Т. 22, № 4. С. 42–52. <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2018-4-42-52> / Dneprovskaya N.V. Sistema upravleniya znaniyami kak osnova smart-obucheniya. Otkrytoe obrazovanie. 2018; 22 (4): 42–52. (In Russ.).
12. Лахин О.И., Юрыгина Ю.С., Анисимов А.С. Принципы построения системы управления знаниями предприятий ракетно-космической промышленности // Онтология проектирования. 2017. Т. 7, № 3 (25). С. 270–283. <https://doi.org/10.18287/2223-9537-2017-7-3-270-283> / Lakhin O.I., Yurygina Y.S., Anisimov A.S. Principy postroeniya sistemy upravleniya znaniyami predpriyatij raketno-kosmicheskoy promyshlennosti. Ontologiya proektirovaniya. 2017; 7 (3): 270–283. (In Russ.).
13. Гарбук С.В. Особенности применения понятия «доверие» в области искусственного интеллекта // Искусственный интеллект и принятие решений. 2020. № 3. С. 15–21. / Garbuk S.V. Osobennosti primeneniya ponyatiya "doverie" v oblasti iskusstvennogo intellekta. Iskustvennyj intellekt i prinyatie reshenij. 2020; 3: 15–21. (In Russ.).
14. Shi T., He J., Wang Z., et al. Progent: Programmable privilege control for LLM agents. arXiv preprint arXiv. 2025; 2504.11703. <https://doi.org/10.18287/2223-9537-2017-7-3-270-283>
15. Лопатин И.Н. Методика скоринга источников и инцидентов в многоуровневых системах качества данных // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 1 (84). С. 101–107. / Lopatin I.N. Scoring methodology for sources and incidents in multi-level data-quality systems. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 1 (84): 101–107. (In Russ.).
16. Al-Shamaileh M., Anthony P., Charters S. Agent-Based Trust and Reputation Model in Smart IoT Environments. Technologies. 2024; 12 (11): 208.
17. Бурый А.С., Фролов В.А., Куляница А.Л. Эволюция агентного моделирования. Часть 2. Имитационное моделирование // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2023. № 6 (75). С. 46–52. / Buryi A.S., Frolov V.A., Kulyanitsa A.L. Evolyuciya agentnogo modelirovaniya. Part 2. Imitacionnoe modelirovanie. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2023; 6 (75): 46–52. (In Russ.).
18. DAMA-DMBOK: свод знаний по управлению данными / DAMA International; перевод с английского Г. Агафонов. – 2-е изд. – М.: Олимп-Бизнес, 2023. – 828 с. / DAMA International. DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge. 2nd ed. Technics Publications. Moscow: Olimp-Biznes Publ., 2023, 828 p. (In Russ.).

MULTI-AGENT KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEM: A MODEL OF TRUST IN THE ACTIONS OF INTELLIGENT AGENTS

Buryi A.S., Russian Standardization Institute, Moscow

Lopatin I.N., Russian Standardization Institute, Moscow, Russia, Sberbank of Russia, Moscow

Mitrofanov A.D., Sberbank of Russia, Moscow

Paprug A.A., Sberbank of Russia, Moscow

The purpose of the research is to develop an architecture for a multi-agent corporate knowledge management system (KMS) with a mechanism for dynamically assigning a level of trust to intelligent agents (IA) and sources, ensuring the reliability and manageability of the corporate knowledge base in a distributed data source environment. Methods: analytical review and synthesis of Data Governance practices, architectural design of multi-agent systems, formalization of data quality metrics, development of scoring functions and knowledge verification rules. Results: an architecture KMS is proposed with a division into technical and business contours. The composition and roles of the IA (knowledge provider, validator, summarizer, knowledge assistant) are defined. A dynamic model of trust and a matrix of rights for IA actions in the knowledge base are formulated. A two-stage knowledge validation process is described and the requirements for continuous monitoring of quality metrics and recalculation of the level of trust are established.

Keywords: multi-agent system, knowledge management system, trust system, intelligent agent (IA); data quality monitoring; level of trust in IA.

For citation: Buryi A.S., Lopatin I.N., Mitrofanov A.D., Paprug A.A. Multi-agent knowledge management system: a model of trust in the actions of intelligent agents. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 5 (86): 83–91. (In Russ.).

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ, ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ: МИРОВОЙ ОПЫТ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ

Квасницкий В.Н., д-р техн. наук, проф. ФГБУ «Научно-исследовательский центр информатизации Министерства иностранных дел Российской Федерации»

Коллар С.Н., аспирант ФГБУ «Научно-исследовательский центр информатизации Министерства иностранных дел Российской Федерации»

В статье рассматриваются актуальные вопросы автоматизации процессов поддержания летной годности (ПЛГ) и технического обслуживания и ремонта (ТОиР) воздушных судов в условиях современных вызовов авиационной отрасли. Анализируются проблемы, связанные с импортозамещением зарубежных программных решений, таких как AMOS, TRAX и OASES, которые ранее широко использовались российскими авиакомпаниями. Отмечается, что отечественные разработки пока не способны полностью заменить функционал международных аналогов, что ставит перед отраслью серьезные задачи по модернизации и созданию конкурентоспособных решений.

На основе анализа развития отечественных информационных систем для ПЛГ и ТОиР выявлены преимущества и недостатки существующих решений, а также предлагаются пути их модернизации, включая внедрение технологий машинного обучения, расширение функционала и интеграцию с другими корпоративными системами. Подчеркивается необходимость государственной поддержки и активного участия авиакомпаний в тестировании и внедрении новых решений для достижения технологической независимости авиационной отрасли.

Ключевые слова: поддержание летной годности, воздушные суда, техническое обслуживание, ремонт, диагностика, авиационная безопасность, регламенты, системы мониторинга, автоматизация процессов, предиктивное обслуживание, импортозамещение.

Цитирование: 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.

ВВЕДЕНИЕ

Авиационная отрасль является одной из наиболее технологически сложных сфер транспорта. Обеспечение высокой надежности воздушных судов (ВС) и соблюдение строгих стандартов безопасности — ключевые задачи, требующие постоянного совершенствования подходов к техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР) [1]. Современные технологии и методы управления процессами поддержания летной годности (ПЛГ) позволяют повысить эффективность планирования и выполнения ТОиР, сократить эксплуатационные расходы и минимизировать простои воздушных судов. Однако в условиях роста авиаперевозок, постепенной переориентации флота российских авиакомпаний на

самолеты отечественного производства традиционные цифровые инструменты, используемые эксплуатантами и организациями ТОиР уже не обеспечивают необходимой оперативности, надежности и точности.

Актуальность исследования обусловлена рядом факторов. Во-первых, интенсивное использование ВС в гражданской авиации требует высокоэффективных автоматизированных инструментов планирования [2] и контроля технического состояния бортов, поскольку задержки и внеплановые ремонты ведут к серьезным финансовым потерям авиакомпаний. Во-вторых, современные тенденции в авиации диктуют необходимость внедрения предиктивного обслуживания (Predictive Maintenance), что возможно только

при использовании специализированного программного обеспечения, способного анализировать большие объемы данных в режиме реального времени.

Важное значение приобретает вопрос импортозамещения программных решений для ТОиР. До недавнего времени российские авиакомпании активно использовали иностранные системы управления техническим обслуживанием, такие как AMOS (Swiss AviationSoftware), TRAX (США) и др.¹ Эти решения обеспечивали интеграцию всех аспектов ТОиР в единое цифровое пространство, позволяя оптимизировать процессы планирования, диагностики, закупок запчастей и контроля выполнения работ. Однако в связи с изменением геополитической ситуации, санкциями и прекращением поддержки со стороны зарубежных разработчиков российские предприятия столкнулись с необходимостью срочного поиска альтернативных решений. При этом существующие отечественные разработки в области автоматизации пока не способны полностью заменить функционал международных аналогов, что ставит перед отраслью серьезный вызов.

Целью данного исследования является анализ процессов автоматизации управления ресурсами в техническом обслуживании воздушных судов, а также имеющихся отечественных и зарубежных решений и разработка предложений по их модернизации.

ПОДДЕРЖАНИЕ ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Поддержание летной годности воздушных судов – это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение соответствия ВС установленным требованиям безопасности и эксплуатационной пригодности на протяжении всего срока его службы. Данный процесс включает в себя регулярное техническое обслуживание, мониторинг состояния систем и агрегатов, а также своевременное выявление и устранение возможных неисправностей.

Процедуры поддержания летной годности строго регламентируются как международными, так и национальными нормативными актами. ICAO (International Civil Aviation Organization) – международная организация гражданской авиации, устанавливающая базовые требования к обеспечению безопасности полетов, включая процедуры ТОиР и поддержания летной годности. EASA (European Union Aviation Safety Agency) – европейское агентство авиационной безопасности, определяющее строгие стандарты сертификации, обслуживания и эксплуатации ВС в странах ЕС. FAA (Federal Aviation Administration) – федеральное авиационное управление США, разрабатывающее норматив-

ные акты для американских авиакомпаний и производителей авиационной техники.

В России нормативное регулирование процессов ПЛГ осуществляется Федеральными авиационными правилами (ФАП) и требованиями заводов – изготовителей авиационной техники. Действующие² с 1 марта 2025 г. ФАП устанавливают требования к сертификации организаций, выполняющих техническое обслуживание и ремонт авиационной техники. Заводы-изготовители разрабатывают эксплуатационную документацию, содержащую рекомендации по ТОиР, ресурсы компонентов и методы диагностики неисправностей.

Техническое обслуживание ВС проводится в строгом соответствии с регламентами производителей и авиационных властей. Планирование ТОиР включает:

- определение периодичности выполнения технического обслуживания (по наработке часов, количеству посадок или календарному сроку эксплуатации);
- формирование графика ТОиР с учетом загруженности сервисных центров и доступности запасных частей;
- учет текущего состояния каждого узла и агрегата для своевременного выявления потенциальных неисправностей.

Контроль технического состояния воздушных судов осуществляется с использованием различных методов диагностики:

- визуальный осмотр – проверка внешнего состояния конструкции, фюзеляжа, крыльев и хвостового оперения;
- инструментальные методы – применение ультразвуковой, рентгеновской, термографической диагностики³;
- автоматизированные системы мониторинга – анализ данных, поступающих от бортовых датчиков в реальном времени (системы HUMS, ACARS и др.).

Цифровые технологии и системы сбора данных позволяют в режиме реального времени отслеживать параметры работы авиационных систем и выявлять отклонения, требующие внимания технического персонала. Отдельного внимания заслуживает разработка и применения цифровых двойников, которые на этапе летной эксплуатации обеспечивают

¹ Импортное ПО для техобслуживания воздушных судов заместят в России к 2025 году. Сайт: <https://tass.ru/ekonomika/17904485> (дата обращения: 31.07.2025).

² Приказ Минтранса Российской Федерации от 18 октября 2024 г. № 367 «Об утверждении ФАП «Техническое обслуживание подлежащих обязательной сертификации беспилотных авиационных систем и (или) их элементов, гражданских воздушных судов...».

³ ГОСТ Р 55255–2012 Воздушный транспорт. Система технического обслуживания и ремонта авиационной техники. Организация работ по диагностике технического состояния авиационной техники. Основные положения.

проактивный характер контроля технического состояния как ВС в целом, так и отдельных его подсистем и блоков [3].

Анализ остаточного ресурса компонентов ВС – важнейший аспект поддержания летной годности. Оценка ресурса проводится на основе:

- данных эксплуатации и учета наработки узлов и агрегатов;
- информации о частоте отказов аналогичных компонентов на других ВС;
- прогнозных моделей, основанных на методах машинного обучения и больших данных [4].

Современные автоматизированные системы ТОиР позволяют не только регистрировать информацию о каждом компоненте ВС, но и анализировать ее в динамике, выявляя закономерности, которые могут указывать на предстоящий выход из строя. Это дает возможность перехода от традиционного профилактического технического обслуживания (scheduled maintenance) к концепции предиктивного обслуживания (predictive maintenance), что позволяет снижать эксплуатационные затраты и минимизировать простои ВС.

ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Техническое обслуживание и ремонт ВС представляют собой комплекс мероприятий, направленных на поддержание и восстановление летной годности авиалайнеров. Эти процессы классифицируются на различные категории в зависимости от периодичности, объема и характера выполняемых работ.

Линейное обслуживание включает в себя регулярные проверки и осмотры, проводимые непосредственно на перроне или в ангаре между рейсами. К таким видам обслуживания относятся предполетные и послеполетные осмотры, а также ежедневные проверки. Предполетный осмотр (Transit Check) выполняется перед каждым вылетом и включает визуальный осмотр внешнего состояния самолета, проверку уровня технических жидкостей и работоспособности основных систем. Ежедневная проверка (Daily Check) проводится раз в сутки и направлена на более детальный осмотр систем и компонентов, включая проверку состояния шин, тормозов и световых сигналов. Эти процедуры позволяют своевременно выявлять и устранять мелкие неисправности, обеспечивая безопасность полетов [5].

Базовое обслуживание представляет собой более глубокие и детальные проверки, требующие вывода ВС из эксплуатации на определенный период. Оно подразделяется на несколько уровней, обозначаемых как А-, В-, С- и D-чеки. А-check выполняется через определенные интервалы наработки или календарного времени и включает в себя про-

верку состояния основных систем и узлов, замену фильтров и технических жидкостей. В-check является более углубленной проверкой, охватывающей дополнительные системы и компоненты. С-check проводится реже и предполагает детальный осмотр большинства систем самолета, включая разборку отдельных узлов для их проверки и обслуживания. D-check является самым масштабным и трудоемким видом обслуживания, включающим полную разборку самолета, проверку всех его компонентов и, при необходимости, их ремонт или замену. Этот вид обслуживания может занимать несколько недель и требует значительных ресурсов [5].

Внеплановые работы включают в себя ремонтные мероприятия, проводимые вне установленного графика обслуживания. Они могут быть вызваны неожиданными отказами, повреждениями или необходимостью модернизации отдельных систем и компонентов. В таких случаях технический персонал проводит диагностику, определяет причину неисправности и выполняет необходимые ремонтные работы для восстановления летной годности ВС.

Первым этапом выполнения ТОиР является формирование производственных заданий. На этой стадии разрабатываются планы технического обслуживания, учитывающие рекомендации производителя, нормативные требования и фактическое состояние ВС. Согласно ГОСТ Р 59815–2021, планирование работ по ТОиР должно быть многоуровневым: перспективное (долгосрочное) – на год и более, среднесрочное – на квартал или месяц, и оперативное – на неделю или сутки⁴. После формирования заданий следует этап непосредственного выполнения работ. Технический персонал проводит осмотры, диагностику, замену изношенных деталей и другие регламентные процедуры⁵. Завершающим этапом является анализ эффективности проведенных мероприятий. Этот процесс включает оценку результатов выполненных работ, выявление возможных недостатков и разработку рекомендаций по их устранению.

Управление запасными частями и материалами включает в себя планирование потребностей, закупку, хранение и выдачу необходимых компонентов. Оптимизация поставок и логистики направлена на своевременное обеспечение технического персонала всеми необходимыми ресурсами, что минимизирует простои и повышает эффективность обслуживания. Контроль за состоянием и сроками годности деталей позволяет предотвращать использование просро-

⁴ ГОСТ Р 59815–2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Система технического обслуживания и ремонта авиационной техники. Организация работ по техническому обслуживанию авиационной техники. Основные положения.

⁵ Минтранс России. Приказ от 29 сентября 2015 года № 285. Об утверждении федеральных авиационных правил «Требования к юридическим лицам, ИП, осуществляющим техническое обслуживание воздушных судов...». Сайт: https://ugmtu-m.favt.ru/public/files/Приказ_285%20.pdf (дата обращения: 31.07.2025).

ченных или дефектных компонентов, что напрямую влияет на безопасность полетов.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПЛГ И ТОиР

Автоматизация процессов ПЛГ и ТОиР становится ключевым фактором повышения эффективности и безопасности эксплуатации ВС.

Одним из основных преимуществ информационных систем (ИС) является централизованное хранение данных. Оно позволяет объединять всю информацию о состоянии ВС, его компонентах и истории обслуживания в единой базе. Такой подход исключает дублирование данных и обеспечивает доступ к актуальной информации всем участникам процесса – от инженеров до руководства авиакомпании. Централизация данных также упрощает взаимодействие с регуляторными органами, так как отчетность может формироваться автоматически на основе актуальных данных.

Современные системы способны собирать данные с бортовых датчиков, анализировать их и формировать отчеты о текущем состоянии воздушного судна [6]. При обнаружении отклонений, например в работе гидравлической системы или двигателя, ИС может автоматически создать заявку на ремонт, назначить ответственного исполнителя и даже заказать необходимые запчасти. Соответственно, значительно сокращается время реакции на возникающие проблемы.

Также становится возможным прогнозирование технического состояния ВС благодаря применению передовых технологий анализа данных. Современные ИС используют машинное обучение и большие данные (Big Data) для анализа исторических данных о неисправностях, прогнозирования отказов и планирования профилактических работ. Алгоритмы могут анализировать данные о температуре, давлении и вибрациях двигателей за длительный период времени и выявлять закономерности, которые указывают на потенциальные проблемы. Это позволяет переходить от реактивного обслуживания, когда ремонт проводится после поломки, к предупредительному, когда неисправности предотвращаются до их возникновения, например в рамках отмеченного подхода на основе цифровых двойников [3], для на этапе проектирования требуется аналитическое обоснование стратегии реализации проактивного мониторинга подсистем ВС [7].

ERP-системы (Enterprise Resource Planning) позволяют интегрировать большинство этапов деятельности авиакомпании, включая планирование работ, управление запасами, логистику, учет трудозатрат. ERP-система может автоматически формировать графики обслуживания на основе нормативных требований, отслеживать наличие запчастей на складе и координировать работу персонала [8]. Это не только повышает эффективность процессов, но и снижает

операционные затраты. Кроме того, такие системы могут интегрироваться с другими корпоративными решениями, например, CRM или системами управления документооборотом, что обеспечивает комплексную информационную поддержку процессов управления в организации.

Внедрение информационных систем в авиационные предприятия — это многоэтапный процесс, который требует тщательного планирования и координации. Первый этап – разработка и адаптация программного обеспечения под конкретные потребности авиакомпании. Здесь проводится анализ существующих процессов, определение ключевых задач и выбор технологий, которые лучше всего подходят для их решения. Для авиакомпании, работающей с большим парком самолетов разных моделей, может потребоваться система, способная учитывать особенности сразу каждого типа ВС. Следующий этап – интеграция новой системы с существующими решениями. Интеграция позволяет создать единую информационную среду, где данные могут свободно обмениваться между системами. Например, данные о техническом состоянии самолета могут автоматически передаваться в систему планирования полетов, что позволяет оперативно корректировать расписание в случае необходимости.

ПРОБЛЕМА ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ

Международный рынок предлагает ряд передовых решений, обеспечивающих полный контроль и автоматизацию процессов ПЛГ и ТОиР, отличающиеся высокой степенью автоматизации, интеграцией с производителями авиационной техники и мощными аналитическими возможностями.

AMOS (Swiss Aviation Software Ltd.) – ведущая мировая система для управления ТОиР воздушных судов. Обеспечивает комплексное управление техническим обслуживанием, логистикой и поддержанием летной годности. Высокая степень интеграции позволяет синхронизировать ТОиР с бизнес-процессами авиакомпаний, включая управление складскими запасами и финансами. Используется крупнейшими авиаперевозчиками, включая «Аэрофлот»⁶.

TRAX – гибкая система, предназначенная для интеграции технического обслуживания, управления ресурсами и запасами. Поддерживает электронные бортовые журналы и системы управления полетами, что упрощает координацию ТОиР и эксплуатационных процессов. Применяется как небольшими авиакомпаниями, так и крупными провайдерами ТОиР.

⁶ ГК «РАМАКС» – официальный партнер компании Swiss Aviation Software Ltd. – URL: <https://www.ramax.ru/press-center/news/> (Дата обращения: 31.08.2025).

OASES (Commsoft) – модульная система, ориентированная на управление краткосрочным планированием ТО, мониторингом дефектов и управлением запасами. Позволяет авиакомпаниям интегрировать данные из разных источников, обеспечивая эффективное взаимодействие между операционными и техническими процессами.

RAAS (Aviation InterTec Services) – система для централизованного управления ТОиР, включающая контроль конфигурации ВС, управление персоналом и учетом запчастей. Отличается высокой адаптивностью к разным требованиям авиакомпаний.

ENVISION (Rusada) – комплексное решение для планирования ТОиР, управления ресурсами и интеграции с другими авиационными системами. Предоставляет детализированные инструменты для аналитики и управления финансами в сфере технического обслуживания.

В последние годы в России ведутся разработки собственных информационных систем для ПЛГ и ТОиР. Однако они пока уступают международным решениям по уровню интеграции и автоматизации.

АС ПЛГ и ТОиР ИВС и ОВС – отечественная альтернатива AMOS, находящаяся в данный момент в разработке в рамках цифровой трансформации «Аэрофлота». Система предназначена для комплексного управления ПЛГ и ТОиР воздушных судов российского и иностранного производства, с включением в Единый реестр российского ПО⁷.

АСУ ПЛГ ВС (ГосНИИ ГА) – система мониторинга летной годности ВС, включающая управление ресурсами, планирование ТОиР и контроль технического состояния авиационной техники. Обеспечивает ведение электронной документации и интеграцию с корпоративными системами авиакомпаний⁸.

ИАС МЛГ ВС – государственная информационно-аналитическая система контроля за ПЛГ авиационной техники. Поддерживает управление ресурсами и техническим состоянием ВС, автоматизированный учет материалов и планирование ремонта.

Отечественное решение АС ПЛГ и ТОиР ИВС и ОВС видится перспективным, демонстрирует комплексный подход к импортозамещению, что особенно важно в текущих условиях санкционных ограничений. Внедрение запланировано на 2-й квартал 2025 года. Система разработана с учетом требований российского законодательства и должна

быть включена в Единый реестр российского программного обеспечения (ЕРРПО), что делает ее соответствующей нормативным требованиям. Одним из ключевых преимуществ является полное соответствие российским авиационным стандартам и терминологии. Система использует общепринятый для отрасли глоссарий, что упрощает взаимодействие пользователей с интерфейсом. Наличие двуязычного интерфейса позволяет эффективно работать как с российскими, так и с зарубежными ВС, что особенно важно для компаний, эксплуатирующих смешанный парк. Система спроектирована с учетом открытой архитектуры, что позволяет интегрировать ее с внешними информационными системами через XML-интерфейсы или корпоративную сервисную шину данных. Это обеспечивает создание единого информационного пространства группы компаний «Аэрофлот» и минимизирует риск потери данных при переходе с зарубежных решений, таких как AMOS. Интеграция с SIEM, PAM, 2FA и MDM-решениями также повышает уровень информационной безопасности, что критично для данной системы.

Модульная структура системы позволяет охватить все ключевые процессы ПЛГ и ТОиР: от управления нормативно-справочной информацией до планирования работ и контроля выполнения. Модуль «Управление производственными процессами ТОиР» предоставляет возможность детального планирования ресурсов, включая персонал, материалы и оборудование, что повышает эффективность работы. Локальная техническая поддержка на русском языке позволяет оперативно решать возникающие проблемы. Кроме того, система предусматривает возможность доработки и модернизации в процессе эксплуатации, что делает ее более гибкой по сравнению с зарубежными аналогами. Реализация механизма версионности документации и возможность создания пользовательских отчетов способствуют удобству использования.

Таким образом, анализ отечественных решений показывает ряд проблем, мешающих их полноценному использованию на уровне мировых стандартов. Прежде всего, отечественных решений очень мало, они менее комплексны, фрагментированы и недостаточно интегрированы с производителями ВС. В отличие от международных систем, они обладают ограниченными возможностями прогнозной аналитики и автоматического планирования ТОиР. Также наблюдается отставание в вопросах управления запасами и ресурсами, что снижает эффективность эксплуатации ВС. Для успешного импортозамещения необходима разработка комплексной системы. Необходимо внедрение технологий машинного обучения и больших данных для перехода от реактивного к предиктивному обслуживанию. Важно расширение функционала отечественных систем, охватывающее складские операции, финансовый учет и управление человеческими ресурсами. Требуется государственная поддержка и активное участие авиакомпаний в тестировании

⁷ «Аэрофлот» и «ИЦ ИАС» создадут российское ПО для техобслуживания самолетов к 2025 году. URL: <https://runews24.ru/> (Дата обращения: 31.08.2025).

⁸ Автоматизированная система поддержания летной годности воздушных судов // МЛГ ВС. – Режим доступа: <https://mlgvs.ru/asuplgvs.html> (Дата доступа: 03.09.2025).

и внедрении новых решений, что поможет ускорить процесс замещения зарубежных систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования был проведен комплексный анализ процессов ПЛГ и ТОиР ВС. Одним из ключевых выводов является необходимость дальнейшего развития отечественных информационных систем, способных полностью интегрировать все аспекты ТОиР и поддержания летной годности. В условиях изменяющейся геополитической ситуации и санкционного давления актуализируется задача создания эффективных программных решений, которые будут не только конкурировать с международными аналогами, но и отвечать специфическим требованиям российской авиации.

Особое внимание стоит уделить внедрению инновационных технологий, таких как предиктивное обслуживание, IoT-решения и системы анализа больших данных. Эти технологии позволяют значительно повысить эффективность обслуживания ВС, улучшить прогнозирование неисправ-

ностей и снизить эксплуатационные затраты. Переход от традиционного профилактического ТО к концепции предиктивного обслуживания откроет новые горизонты в области авиационной безопасности и управления ресурсами.

Таким образом, цифровизация процессов ПЛГ и ТОиР в авиации представляет собой стратегическую задачу, требующую не только внедрения передовых технологий, но и глубокой адаптации существующих отечественных программных продуктов. Работа в этом направлении позволит повысить конкурентоспособность российской авиации на мировом рынке, а также укрепить независимость и безопасность отрасли.

Рецензент: Журавлева Тамара Борисовна, доктор экономических наук, профессор, зав. отделом аспирантуры ФГБУ «НИЦИ МИД России», г. Москва, Российская Федерация. E-mail: 195555@list.ru

Список использованных источников и литературы

1. Миронов Е.А., Мищенко И.В., Платонов С.А. Разработка моделей процесса эксплуатации оборудования систем связи с учетом старения // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2018. Т. 12, № 6. С. 41–45.
2. Ступаков В.Я. Автоматизация управления техническим состоянием авиационной техники, поддержания и сохранения летной годности воздушных судов, обеспечения безопасности полетов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2022. № 11. С. 165–168.
3. Шишкин А.В. Концепция формирования цифрового двойника для эксплуатации // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 4 (85). С. 108–113.
4. Методические рекомендации МР-03–001 по одобрению программ технического обслуживания воздушных судов, зарегистрированных в Государственном реестре гражданских воздушных судов Российской Федерации. Федеральное агентство воздушного транспорта, 2014. – 35 с.
5. Чекрыжев Н.В. Основы технического обслуживания воздушных судов: учеб. пособие. – Самара: Изд-во СГАУ, 2015. – 84 с.
6. Дубинский С.В., Стрелков В.В. Перспективные направления исследований в интересах построения комплексной системы управления безопасностью полетов // Труды МАИ. 2023. № 133. С. 1–33.
7. Бурый А.С., Квасницкий В.Н. Моделирование распределенных интеллектуальных систем // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 6 (81). С. 224–228.
8. Ramadhan S., Koutaini H. The Significance of Enterprise Resource Planning (ERP) Systems in Aviation Industry // European Scientific Journal ESJ. 2019. Т. 15, № 10. С. 100–112.

AUTOMATION OF INFORMATION SUPPORT PROCESSES FOR AIRWORTHINESS, MAINTENANCE AND REPAIR OF AIRCRAFT: GLOBAL EXPERIENCE AND DOMESTIC DEVELOPMENTS

Kvasnitsky V.N., Doctor of Technical Sciences, Professor at the Research Center for Informatization of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation

Kollar S.N., postgraduate Student at the Research Center for Informatization of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation

The article discusses current issues of automation of the processes of maintaining airworthiness and aircraft maintenance and repair in the context of modern challenges of the aviation industry. The problems associated with the import substitution of foreign software solutions such as AMOS, TRAX and OASES, which were previously widely used by Russian airlines, are analyzed. It is noted that domestic developments are not yet able to completely replace the functionality of their international counterparts, which poses serious challenges for the industry to modernize and create competitive solutions.

Based on the analysis of the development of domestic information systems for maintaining airworthiness, maintenance and repair, the advantages and disadvantages of existing solutions have been identified, as well as ways to modernize them, including the introduction of machine learning technologies, expansion of functionality and integration with other corporate systems. The need for government support and active participation of airlines in testing and implementing new solutions to achieve technological independence of the aviation industry is emphasized.

Keywords: airworthiness maintenance, aircraft, maintenance, repair, diagnostics, aviation safety, regulations, monitoring systems, process automation, predictive maintenance, import substitution.

For citation: 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.).

References

1. Mironov E.A., Mishchenko I.V., Platonov S.A. Razrabotka modelej processa ekspluatacii oborudovaniya sistem svyazi s uchyotom stareniya. T-Comm: Telekommunikacii i transport. 2018. Vol. 12, no. 6, pp. 41–45.
2. Stupakov V.Ya. Avtomatizaciya upravleniya tekhnicheskimi sostoyaniem aviacionnoj tekhniki, podderzhaniya i sohraneniya letnoj godnosti vozдушnyh sudov, obespecheniya bezopasnosti poletov. Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2022, no. 11, pp. 165–168.
3. Shishkin A.V. Koncepciya formirovaniya cifrovogo dvojnika dlya ekspluatacii. Information and Economic aspects of standardization and technical regulation. 2025, no. 4(85), pp. 108–113.
4. Methodological Recommendations MR-03–001 on the Approval of Aircraft Maintenance Programs Registered in the State Register of Civil Aircraft of the Russian Federation. Federal Air Transport Agency, 2014, 35 p.
5. Chekryzhev N.V. Fundamentals of Aircraft Maintenance: Textbook. Samara: Publishing House of SSAU Publ., 2015. 84 p.
6. Dubinsky S.V., Strelkov V.V. Prospective Research Directions for Building a Comprehensive Flight Safety Management System. MAI Proceedings. 2023, no. 133, pp. 1–33.
7. Buryi A.S., Kvasnitsky V.N. Modelirovanie raspredelennyh intellektual'nyh sistem. Information and Economic aspects of standardization and technical regulation. 2024, no. 6(81), pp. 224–228.
8. Ramadhan S., Koutaini H. The Significance of Enterprise Resource Planning (ERP) Systems in the Aviation Industry. European Scientific Journal. 2019. Vol. 15, no. 10, pp. 100–112.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ПЫЛЬЦЕВОГО МОНИТОРИНГА

Лебедев Г.С., Юхновская Ю.Д., Гостеева Е.А., Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, г. Москва

Родионов А.С., БГУ им. Доржи Банзарова, г. Улан-Удэ

Боева О.С., ФГБНУ «Научно-исследовательский институт фундаментальной и клинической иммунологии», г. Новосибирск

Ханчук И.В., Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, г. Москва

Яворская А.В., ФГБОУ ВО АМУРСКАЯ ГМА, г. Благовещенск

Флорен А.М., Сафарова Д.Д., СПбГУ, г. Санкт-Петербург

Целью исследования является повышение осведомленности о проблеме аллергии на пыльцу и важности использования современных технологий на основе искусственного интеллекта для мониторинга и контроля аллергенов в окружающей среде.

Анализ и поиск литературы был выполнен с использованием основных зарубежных и отечественных источников в общедоступных научных базах данных: PubMed, Cochrane, Elibrary. В качестве ключевых слов использовались: «Пыльцевой мониторинг», «Обнаружение пыльцы», «Распознавание пыльцы», "AI pollen identification".

Результаты: автоматизированный процесс мониторинга пыльцы включает 4 основных этапа: сбор данных, обнаружение, классификация и распространение результатов (публикация отчетов, в сети Интернет). Описанный метод может быть применен для распознавания образцов пыльцы, не поддающихся микроскопической идентификации.

Проведенный литературный анализ подтверждает необходимость разработки автоматизированных систем мониторинга, работающих в реальном времени с минимальным включением человека в процесс диагностики.

Ключевые слова: пыльцевой мониторинг, мониторинг качества воздуха, анализ изображений на основе искусственного интеллекта, прогнозирование концентрации пыльцы.

Цитирование: Лебедев Г.С., Юхновская Ю.Д., Гостеева Е.А., Родионов А.С., Боева О.С., Ханчук И.В., Яворская А.В., Флорен А.М., Сафарова Д.Д. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5 (86). С. 99–103.

ВВЕДЕНИЕ

Аллергия на пыльцу считается серьезной проблемой здравоохранения, так как может инициировать аллергию у сенсibilизированных людей и впоследствии влиять на качество жизни пациентов. Поэтому сегодня пыльцу рассматривают как «биологический загрязнитель», так как она снижает качество жизни у пациентов с различными аллергическими заболеваниями. По оценкам, 100 миллионов граждан ЕС страдают аллергическим ринитом, а 70 миллионов – астмой, при этом прогнозируется, что к 2025 году им будет поражено более половины населения ЕС (EAACI (European Academy of Allergy and Clinical Immunology), 2015). Из-за больших размеров пыльцы она попадает на слизистые участки носоглотки, но и субмикронные частицы могут все

же проникнуть в верхние дыхательные пути, вызывая обострение астмы или других аллергических заболеваний [1]. По оценкам, в глобальном масштабе полмиллиарда человек страдают ринитом и более 300 миллионов – астмой (GBD Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators, 2017). Количество пыльцевых аллергенов на сегодняшний день и в ближайшем будущем уменьшаться не будет, следовательно, необходимо усиливать меры по оптимизации профилактических мер для борьбы с различными типами аллергенов [1, 2]. С учетом масштаба проблемы и отсутствия тенденции к снижению количества пыльцевых аллергенов в окружающей среде актуальной задачей становится развитие эффективных систем мониторинга и прогнозирования концентрации пыльцы. Такие системы позволяют своевременно информировать население о потенциаль-

ных рисках и принимать профилактические меры для защиты здоровья людей с аллергией.

Так как пыльца является основной причиной аллергических заболеваний, необходимо проводить аллергомониторинг (аэробиологический мониторинг) и быть готовыми принимать меры в случае повышения концентрации пыльцы в атмосфере [3]. Перспективным на сегодня является анализ аллергенов на основе результатов распознавания пыльцевых зерен, собранных в определенном месте. Пыльца собирается, анализируется с помощью искусственного интеллекта, и на основе полученных данных создают прогноз о концентрации высокоаллергенной пыльцы для людей с гиперчувствительностью 1 типа (IgE-опосредованной) [4]. Однако некоторые виды пыльцы имеют сходную структуру, но существенные различия во внутренней структуре, поэтому такой вид пыльцы распознают с помощью микроскопа, используя искусственный интеллект [5, 6].

Целью данной работы является повышение осведомленности о проблеме аллергии на пыльцу и важности использования современных технологий, таких как искусственный интеллект (ИИ), для мониторинга и контроля аллергенов в окружающей среде.

В данной статье мы рассмотрим международный опыт применения систем пыльцевого мониторинга с использованием ИИ. Будут проанализированы различные методы и технологии, применяемые в разных странах, а также их эффективность и перспективы развития. Особое внимание будет уделено вопросам интеграции ИИ-систем с другими источниками данных, такими как метеорологические наблюдения, для повышения точности прогнозов и улучшения качества жизни людей с аллергией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Анализ и поиск литературы был выполнен с использованием основных зарубежных и отечественных источников в общедоступных научных базах данных: PubMed, Cochrane, Elibrary. Различные фильтры по языку, году и стране публикации не применялись. Были исключены документы конференций, письма. В качестве ключевых слов использовались: «Пыльцевой мониторинг», «Обнаружение пыльцы», «Распознавание пыльцы», «AI pollen identification».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Первые исследования в области обнаружения пыльцы в воздухе проводились еще в 1950-х годах. Д.М. Хирст в 1952 г. разработал устройство для «отлова» пыльцы из окружающего воздуха, которое состояло из трех блоков. Уже на тот момент исследователи и ученые осознавали необходимость организации мониторинга уровня пыльцы в воздухе, важность детекции пыльцы. Знания о содержании спор

в воздухе важны для изучения эпидемиологии заболеваний, таких как бронхиальная астма, аллергический ринит, аллергический конъюнктивит [7]. С течением времени исследовательское сообщество проводило исследования по пыльцевому мониторингу, изменялись принципы построения пыльцевых ловушек, модифицировались и дополнялись подходы к сбору и анализу полученных элементов.

На сегодняшний день в автоматизированном процессе мониторинга пыльцы существует 4 основных этапа. Первый этап (сбор) представляет собой отбор проб воздуха из окружающей среды с помощью автоматического зонда. На втором этапе (обнаружение) определяются объекты внутри каждого зонда. Далее на третьем этапе (классификация) полученные объекты классифицируются либо как «не пыльца», либо как определенный тип пыльцы, затем проанализированные элементы подсчитываются. На завершающем четвертом этапе (распространение) результаты публикуются в сети Интернет [8].

Еще одно различие между биологическим и небиологическим мониторингом качества воздуха заключается в том, что небиологические частицы по закону собираются в виде частиц размером <10 мкм или меньше (PM₁₀, PM_{2,5}), тогда как биологические частицы часто >10 мкм. Данное различие в размерах пыльцевых элементов значительно усложняет сбор и анализ полученных частиц с помощью цифровых инструментов (машинное обучение, искусственный интеллект) [9].

В 2013 г. было инициировано регулярное проведение пыльцевого мониторинга в г. Бухарест, Румыния. Результаты анализа пятилетнего пыльцевого мониторинга показали наличие значительного количества аллергенной пыльцы, в основном пыльцы трав и амброзии полыннолистной. Ранее считалось, что указанная пыльца более распространена в западных регионах страны и сельской местности. Также по результатам исследования был охарактеризован сезон цветения причинно-значимых аллергенов, были сделаны выводы об уровнях концентрации пыльцы. Однако авторы исследования заявляют, что несмотря на полученные результаты все еще необходимы более длительный период мониторинга и корреляция с данными о состоянии здоровья, полученными от аллергологов, и другими компонентами загрязнения воздуха [10].

С весны 2015 г. на юге Германии в Баварском управлении по охране окружающей среды в Аугсбурге, Бавария, реализован автоматический мониторинг пыльцы в воздухе при помощи биоаэрозольного анализатора BAA5002. Данный прибор непрерывно отбирает пробы окружающего воздуха. Далее пыльца оседает на липкую поверхность и автоматически анализируется под микроскопом, который оснащен камерой. Затем создаются изображения пыльцы и сравниваются с библиотекой известных образцов [8]. Оте-

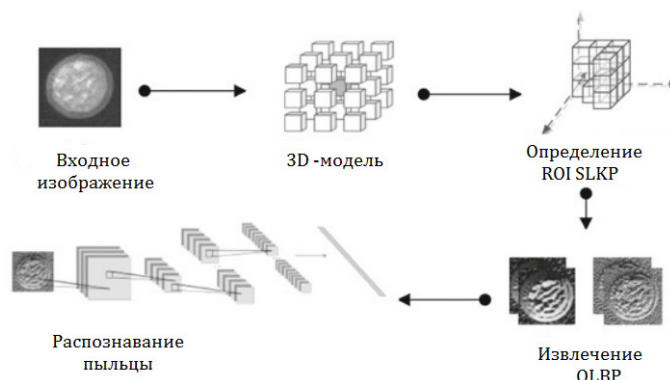
рос и др. [11] провели исследование, оценивающее надежность и производительность биоаэрозольного анализатора, и, как сообщается, получили исключительные результаты. В работе Плаза М.П. и соавторов протестировано 15 различных морфотипов пыльцы на двух разных участках. По результатам анализа выявлено, что в целом производительность аппарата на удовлетворительном уровне, однако все еще возникают проблемы с надежностью и точностью для конкретных типов пыльцы [1].

Стоит отметить важность методов обработки полученных пыльцевых карт с использованием технологии искусственного интеллекта. Безусловно, на сегодняшний момент существуют некоторые сложности в идентификации и соотношении к таксономическим группам конкретных пыльцевых частиц. М. Поллинг и соавторы, используя комбинацию рабочего процесса обработки изображений и достаточно подготовленную модель глубокого обучения, смогли отличить неацетолизированные пыльцевые зерна двух родов и одного вида семейства крапивных. Данные роды растений невозможно отличить с помощью современных микроскопических методов. Описанный метод может быть более широко применен для выделения пыльцы из аналогичных семейств растений, вызывающих аллергию, и может помочь в получении более точных спектров пыльцы для улучшения прогнозов для людей, страдающих аллергией [12].

Реализация процесса распознавания пыльцы на основе методов ИИ представлена на рисунке. Авторы анонсируют подход как эффективный и надежный алгоритм для идентификации различных категорий пыльцевых зерен [5]. В начале обнаруживаются локальные стабильные области изображений пыльцы из пространственного локального ключевого дескриптора (SKLP) [13] в качестве входных данных следующего этапа. Затем вычисляется перекрывающийся локальный бинарный шаблон (OLBP)¹ [14] изображения пыльцы путем расширения области фокусировки локальных стабильных областей, упомянутых выше. Наконец, обработанный признак используется в качестве входных данных сверточной нейронной сети для определения категории объекта. Экспериментальные результаты на стандартных наборах данных изображений пыльцы показывают, что предлагаемый метод устойчив к изменению положения пыльцевых зерен и может эффективно снизить сложность рассматриваемых алгоритмов.

Важно развивать дальнейшие исследовательские проекты и междисциплинарное сотрудничество с национальными и европейскими учреждениями и специалистами, чтобы снизить бремя пыльцевой аллергии и улучшить общественное здравоохранение [10].

Проанализировав опыт проведенных исследований, научное сообщество смогло разработать минимальные тре-



Структура модели распознавания пыльцы на основе методов ИИ

бования для биомониторинга. Данные требования охватывают различные области. Первое требование касается расположения пробоотборника – необходимо располагать аппаратуру на легкодоступной плоской горизонтальной поверхности, желательно на крыше здания далеко от края постройки, чтобы скорость потока была не менее 10 л/мин. Дальнейшее внимание уделяется материалам, используемым для фиксирования пыльцевых элементов: рекомендовано использование силиконового клея (полидиметилсилоксана) или вазелина (можно использовать смесь вазелина и парафина), подложка должна состоять из глицерина, желатина или поливинилового спирта. Так же не рекомендуется окрашивание полученных срезов, однако возможно применение фуксина или сафранина. Что касается непосредственно исследуемого материала – поверхность, которая подвергается анализу, должна составлять не менее 10 % от общей площади препарата с пыльцой. Помимо вышеописанных технических критериев звучат и такие, как: обучение специалистов, контроль качества [15].

Ожидается, что новое поколение автоматизированных систем мониторинга пыльцы в режиме реального времени будет служить очень важной социальной цели: они станут основой профилактики аллергических заболеваний [1]. Если мы примем во внимание драматические последствия продолжающегося изменения климата для пыльцевых сезонов, смещение их на более ранний период в течение поздних зимних сезонов распространения вирусов и увеличение их интенсивности, разработка оперативных систем автоматического мониторинга пыльцы представляется актуальной и имеющей множество потенциальных применений и преимуществ для здоровья населения [16,17].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пыльцевой мониторинг является одним из основных направлений развития таких наук как палинология и аллергология. На сегодняшний день уже разработаны и стандартизированы системы по отбору, обработке и анализу пыльцевых зерен. Однако проведенный литературный

¹ OLBP (от англ.) – OverLapping Local Binary Pattern.

анализ подтверждает необходимость разработки автоматизированных систем мониторинга, работающих в реальном времени с минимальным включением человека в процесс диагностики. Подобные системы позволят не только ускорить процесс проведения анализа отобранного материала, но также унифицировать его и закрепить качество на высоком уровне. Актуальность данного направления будет только расти с наступающими изменениями

климата и ростом числа страдающих аллергией и астмой по всему миру [18].

Рецензент: Журавлева Тамара Борисовна, доктор экономических наук, профессор, зав. отделом аспирантуры ФГБУ «НИЦИ МИД России», г. Москва, Российская Федерация. E-mail: 195555@list.ru

References

1. Plaza M.P., Kolek F., Leier-Wirtz V., et al. Detecting airborne pollen using an automatic, real-time monitoring system: evidence from two sites. *International journal of environmental research and public health*. 2022; 19(4):2471.
2. Goyal A., Khaiwal R., Mor S. Role of winds and air masses in the transport of non-local pinus sp. pollen at an urban location in North India: A statistical perspective. *Atmospheric Pollution Research*. 2024;15(3):102014.
3. Charalampopoulos A., Damialis A., Lazarina M., et al. Spatiotemporal assessment of airborne pollen in the urban environment: The pollenscape of Thessaloniki as a case study. *Atmospheric Environment*. 2021; 247:118185.
4. Pointner L., Bethanis A., Thaler M., et al. Initiating pollen sensitization – complex source, complex mechanisms. *Clinical and Translational Allergy*. 2020;10(1):36.
5. Wang Z., Wang Z., Wang L. Automatic 3D pollen recognition based on convolutional neural network. *Scientific Programming*. 2021; 1:5577307.
6. Viertel P., König M. Pattern recognition methodologies for pollen grain image classification: A survey. *Machine Vision and Applications*. 2022;33(1):18.
7. Hirst J.M. An automatic volumetric spore trap. *Annals of Applied Biology*. 1952; 39(2): 257–265.
8. Schiele J., Rabe F., Schmitt M., et al. Automated classification of airborne pollen using neural networks. In 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). 2019, pp. 4474–4478.
9. Buters J.T., Antunes C., Galveias A., et al. Pollen and spore monitoring in the world. *Clinical and Translational Allergy*. 2018; 8(1): 9.
10. Leru P.M., Eftimie A.M., Anton V.F., Thibaudon M. Five-year data on pollen monitoring, distribution and health impact of allergenic plants in Bucharest and the southeastern region of Romania. *Medicina*. 2019;55(5): 140.
11. Oteros J., Pusch G., Weichenmeier I., et al. Automatic and online pollen monitoring. *International archives allergy immunol*. 2015;167(3): 158–166.
12. Polling M., Li C., Cao L., et al. Neural networks for increased accuracy of allergenic pollen monitoring. *Scientific Reports*. 2021. T. 11, № 1. Art 11357.
13. Wang Z., Bao W., Lin D., Wang Z. A local feature descriptor based on sift for 3D pollen image recognition. *IEEE Access*. 2019;7: 152658–152666.
14. Xie Y., Wang Z., Zhao X., Zhu Y. Orientational local binary pattern extraction method for 3D pollen image. *Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics*. 2018; 30(3): 408.
15. Galán C., Smith M., Thibaudon M., et al. Pollen monitoring: minimum requirements and reproducibility of analysis. *Aerobiologia*. 2014; 30(4): 385–395.
16. Ziska L.H., Makra L., Harry S.K., et al. Temperature-related changes in airborne allergenic pollen abundance and seasonality across the northern hemisphere: a retrospective data analysis. *The Lancet Planet Health*. 2019;3(3): 124–131.
17. Anderegg W.R., Abatzoglou J.T., Anderegg L.D., et al. Anthropogenic climate change is worsening North American pollen seasons. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2021;118(7): e2013284118.
18. Warner JO, Kaliner MA, Crisci CD, et al. Allergy practice worldwide: a report by the World Allergy Organization Specialty and Training Council. *International archives of allergy and immunology*. 2006;139(2): 166–74.

INTERNATIONAL EXPERIENCE OF USING POLLEN MONITORING SYSTEMS

Lebedev G.S., Yukhnovskaya Y.D., Gosteeva E.A., I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenovskiy University), Moscow

Rodionov A.S., Buryat State University named after D. Banzarov, Ulan-Ude

Boeva O.S., Federal State Budgetary Scientific Institution «Research Institute of Fundamental and Clinical Immunology», Novosibirsk

Khanchuk I.V., I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenovskiy University), Moscow

Yavorskaya A.V., Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Amur State Medical Academy» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Blagoveshchensk

Floren A.M., Safarova D.D., Saint Petersburg State University, St. Petersburg

The aim of the study is to raise awareness about the problem of pollen allergy and the importance of using modern artificial intelligence-based technologies to monitor and control allergens in the environment.

The analysis and literature search were performed using the main foreign and domestic sources in publicly available scientific databases: PubMed, Cochrane, Elibrary. The keywords used were: "Pollen monitoring", "Pollen detection", "Pollen recognition", "AI pollen identification".

Results: The automated pollen monitoring process includes 4 main stages: data collection, detection, classification and dissemination of results (publication of reports on the Internet). The described method can be used to recognize pollen samples that are not amenable to microscopic identification.

The literature analysis confirms the need to develop automated monitoring systems operating in real time with minimal human involvement in the diagnostic process.

Keywords: pollen monitoring, air quality monitoring, artificial intelligence-based image analysis, and pollen concentration prediction.

For citation: Lebedev G.S., Yukhnovskaya Y.D., Gosteeva E.A., Rodionov A.S., et al. International experience of using pollen monitoring systems. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 5 (86): 99–103. (In Russ.).

РАЗРАБОТКА НЕЙРОННОЙ СЕТИ ТИПА GRU ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КАРДИОГРАММ

Лосев А.Ю., соискатель, ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)

Существующие трудности ручного анализа электрокардиограмм из-за разнообразия и изменчивости паттернов приводят к необходимости создания автоматизированных решений. Изложена последовательность шагов по разработке GRU-нейросети для анализа кардиограмм, использующей модели автоматического анализа и интерпретации электрокардиограмм.

Представлены результаты обучения и тестирования GRU-нейросети, оценки точности алгоритма классификации для разных классов аритмии с помощью метрик Accuracy, Precision, Recall и F1-score. Приведены графики обучения полученных результатов (матрица ошибок, графики точности и потерь по эпохам).

Проведен анализ полученных результатов, заключающихся в снижении времени анализа кардиограмм, повышении надежности диагностики при хронической сердечной недостаточности. Подчеркнут потенциальный вклад рассмотренного подхода в области персонализированной медицины, особенно в условиях ограниченного доступа к специализированной кардиологической помощи.

Ключевые слова: сердечно-сосудистые заболевания, электрокардиограмма, рекуррентная нейронная сеть, машинное обучение, метрики классов аритмий, персонализированная медицина.

Цитирование: Лосев А.Ю. Разработка нейронной сети типа GRU для автоматизированной интерпретации кардиограмм // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5 (86). С. 104–109.

ВВЕДЕНИЕ

Диагностика и лечение хронической сердечной недостаточности (ХСН) и связанных с ней аритмий требует точного и своевременного распознавания паттернов сердца. В условиях сложной клинической картины ХСН характеризуется многообразием симптомов и вариативностью проявлений у разных пациентов, что приводит к необходимости включения в систему поддержки принятия врачебных решений (СПВР) подсистемы, способной автоматизировать и оптимизировать диагностический процесс.

Современные подходы к решению такой задачи включают применение методов машинного обучения нейронной сети типа Gated Recurrent Units (GRU), ориентированной на обработку последовательности данных, таких как ЭКГ-сигналы, обеспечивая не только обнаружение аномальных паттернов сердца, но и мониторинг состояния пациента.

Врачебные решения при ХСН значительно усложняются из-за обширного спектра клинических проявлений заболевания – от неясных симптомов до комплексной комби-

нации сопутствующих признаков [1]. Это приводит к риску диагностических ошибок и недостаточно точному персонализированному лечению. Мониторинг состояния пациента в рамках направлений телемедицины уже активно внедряется в повседневную практику [2]. Традиционные методы диагностики аритмий часто зависят от визуального анализа кардиолога и ручных измерений данных электрокардиограмм (ЭКГ). Это не только трудоемко, но и подвержено субъективности [3]. Машинное обучение является по сути основой приобретения и накопления знаний в системах искусственного интеллекта для задач принятия решений [4, 5]. Алгоритмы на основе процедур машинного обучения позволяют минимизировать риски, связанные с субъективностью при чтении ЭКГ специалистами, повышая точность диагностирования до уровня 95% и выше для некоторых форм аритмий [6], что существенно улучшает персонализированную терапию и снижает риск ошибок и в целом повышает эффективность обследования [7]. В связи с этим внедрение GRU-нейросети для целей анализа данных ЭКГ позволяет обеспечить проведение ранней диагностики и персонифицированный подход в терапии.

В данной работе рассматривается применение GRU-нейросети для автоматизированной интерпретации ЭКГ, акцентируя внимание на их высокой точности распознавания сердечных аритмий, что критически важно как для диагностики ХСН, так и для мониторинга состояния пациентов с хроническими заболеваниями сердца. При этом не только улучшается качество прогноза, но также обеспечивается прозрачность критериев оценки здоровья пациента, повышается оперативность принятия врачебных решений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для разработки и оценки эффективности модели на базе GRU, предназначенной для автоматической классификации ЭКГ, были использованы следующие материалы и методологические подходы.

Использовался набор данных о случаях аритмий из репозитория MIT-BIH Arrhythmia Database [8]. Этот набор включает в себя более 100 тыс. записей и охватывает пять классов аритмии (N, S, V, F, Q), что позволяет охватить широкий спектр сердечных паттернов (см. таблицу).

Классы аритмии, определяемые с помощью ЭКГ

Класс	Аннотация
N	1. Нормальный
	2. Блокада левой/правой ножек пучка гисса
	3. Фибрилляция предсердий
	4. Узловая фибрилляция
S	1. Предсердная экстрасистолия
	2. Аберрантная предсердная экстрасистолия
	3. Узловая экстрасистолия
	4. Наджелудочковая экстрасистолия
V	1. Преждевременное сокращение желудочков
	2. Желудочковая фибрилляция
F	1. Сливной комплекс
Q	1. Кардиостимуляция
	2. Сочетание кардиостимуляции и нормального ритма
	3. Не классифицируемый

Предварительная обработка данных заключалась в подавлении шума, выделении пиков и нормализации сигналов. Для повышения качества исходных сигналов ЭКГ использовалась методика вейвлет-анализа, что позволило эффективно устранить электрические помехи и дрейф базовой линии. Для правильного сегментирования кардиограмм на такты длительностью 100 точечных выборок в сигналах было выполнено выделение пиковых точек R. Для ускорения процесса обучения и улучшения устойчивости модели к вариациям данных проведена нормализация значений каждого сигнала в диапазоне [0,1].

Структура нейронной сети включает последовательное сочетание сверточных слоев (Conv), пакетных нормали-

заций (Batch Normalization – BN) и нелинейного активатора ReLU, направленных на эффективное выделение особенностей из входящих временных рядов ЭКГ [9]. Схема работы сети следующая. Сверточные слои Conv предварительного анализа обеспечивают детальное вычленение локальных паттернов в исходном сигнале. Блоки BN и ReLU улучшают обучение модели через нормализацию распределения данных и добавление нелинейности, соответственно. Выделяются следующие компоненты GRU-сети: забывающий гейт (Forget Gate), предназначенный для определения информации из прошлого состояния сети, которую следует сохранить; и обновленный гейт (Update Gate), управляющий текущей информацией и определяющий новое состояние GRU-сети. При этом в качестве функции оценки используется кросс-энтропия для минимизации ошибки между предсказываемым и фактическим классом записи ЭКГ. Оптимизатор Adam предназначен для адаптации скорости обучения на основе предыдущих шагов, что способствует устойчивому обучению даже с большими наборами данных [10].

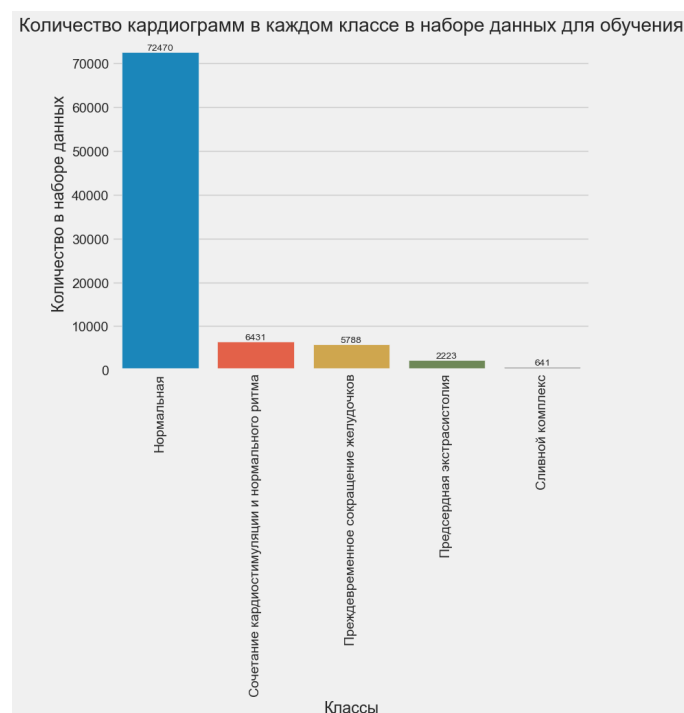


Рис. 1. Характеристика классов в обучающем наборе данных

Для реализации процедуры обучения и тестирования данные были случайным образом разделены в соотношении 80%/20% для обучающего и тестового наборов соответственно (рис. 1). Оценку эффективности модели сети проводили с помощью метрик Accuracy (точность), Precision (точность предсказаний положительного класса), Recall (полнота) и F1-score.

Этот комплексный методологический подход был использован для демонстрации способности разработанной GRU-нейросети эффективно анализировать ЭКГ и классифицировать сердечные аритмии, что свидетельствует о возможности ее применения в медицинской диагностике ХСН с акцентом на персонализированную терапию.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В представленной работе достигнута высокая точность модели классификации, построенной на базе GRU-нейросети. Для анализа и интерпретации данных ЭКГ модель была обучена с применением датасета MIT-BIH Arrhythmia Database.

На этапе обучения и тестирования модель продемонстрировала следующие ключевые показатели.

Точность классификации (Ассигасу) варьировалась от 0,99 до 0,85 для различных классов аритмий, что указывает на высокий уровень общей точности:

класс «N» (нормальный ритм): точность – 0,99;

класс «S» (наджелудочковая экстрасистолия): точность – 0,91;

класс «V» (предсердная или желудочковая экстрасистолия): точность – 0,95;

класс «F» (фибрилляция предсердий или узловая фибрилляция): точность – 0,85;

класс «Q» (кардиостимуляция): точность достигла максимального уровня в 1.0.

Precision и Recall также были оценены для каждого класса аритмии, демонстрируя способность модели точно выделять и не пропускать положительные случаи.

F1-score, как сбалансированная мера точности и полноты предсказаний, показала результаты от 0.93 до 0.88 для разных классов, что подтверждает стабильные показатели модели в комплексе всех критериев оценки.

Графики обучения (рис. 2) показали сглаженную динамику снижения ошибок по мере увеличения числа эпох, подтверждая устойчивое и эффективное обучение модели.

Анализ матрицы ошибок (рис. 3) позволил визуально оценить долю правильных предсказаний для каждого класса аритмии — диагональные значения были выше 85% на тестовом наборе данных.

Сравнительный анализ с результатами других известных методов (например, традиционных нейронных сетей и простых классификаторов) подтвердил преимущество

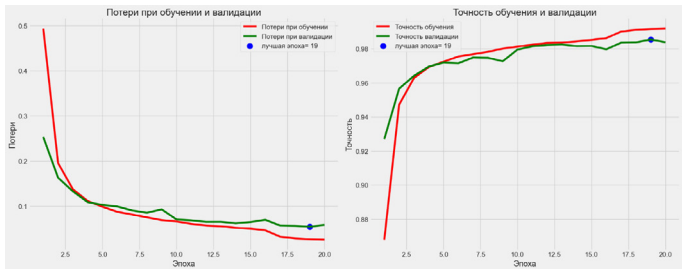


Рис. 2. Оценки результатов обучения и тестирования модели GRU-нейросети

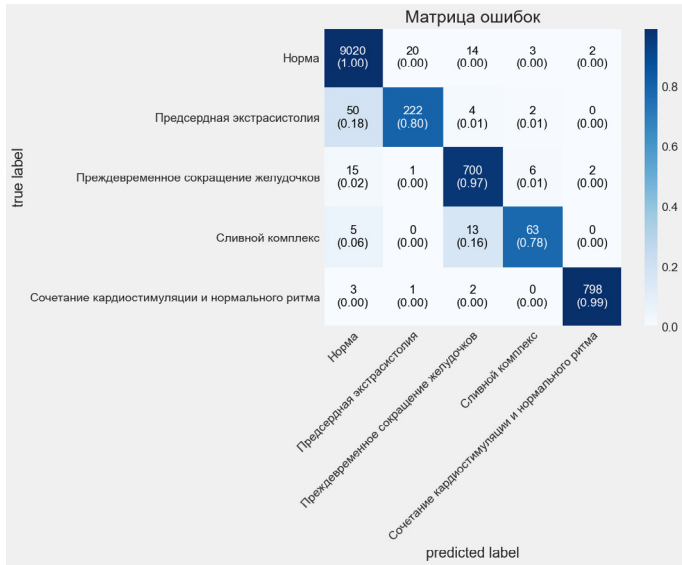


Рис. 3. Матрица ошибок при классификации ЭКГ со случаями аритмии

GRU-нейросети в способности к долгосрочной памяти и эффективному анализу временных рядов ЭКГ [11].

На обучение модели на мощных вычислительных ресурсах для достижения оптимального состояния с низким уровнем потерь потребовалось менее часа, что подчеркивает приемлемые временные характеристики при использовании на практике.

В целом, полученные результаты демонстрируют высокую эффективность GRU-нейросети в автоматизированных системах диагностики аритмий сердечного ритма. Модель продемонстрировала высокое качество классификации как для наиболее частых паттернов ЭКГ (нормального ритма), так и для менее распространенных, что значительно улучшает возможности ранних диагностических процедур при заболеваниях сердца.

Исследование подтверждает потенциал GRU-нейросетей в персонализированной медицине – повышая точность и скорость диагностики аритмий, а также открывая новые горизонты для эффективного мониторинга состояния па-

циентов с ХСН. Результаты данного исследования для повышения качества медицинской помощи при сердечно-сосудистых заболеваниях интегрированы в СПБР.

Полученные результаты подтверждены визуализацией и статистическими измерениями, что позволяет с целью улучшения диагностических процедур и персонализации лечения пациентов уверенно рекомендовать использование GRU-нейросети в качестве ключевого инструмента для продвинутого анализа ЭКГ.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

В контексте данной работы для диагностики сердечных аритмий и хронической сердечной недостаточности успешное внедрение GRU-нейросети в анализ ЭКГ демонстрирует значительные преимущества в области медицинской диагностики и персонализированного лечения. При этом выделяются следующие преимущества GRU-моделей:

- высокая точность и надежность классификационных выводов – результаты исследования демонстрируют, что модели на основе GRU-нейросети достигли точностей до 0,99 для некоторых классов аритмий (например, нормального ритма), что критически важно в условиях неотложной медицинской помощи;

- анализ временных последовательностей с долговременными зависимостями основан на компонентах GRU-нейросети, таких как забывающий и обновляющий гейты, что обеспечивает устойчивую обработку длинных временных рядов ЭКГ. Это особенно полезно при диагностике ХСН, где длительное наблюдение за состоянием сердца критично для персонализированной терапии.

Следует отметить, что внедрение разработанной GRU-нейросети в СПБР позволяет сократить время анализа ЭКГ до нескольких секунд с высоким уровнем точности, что существенно повышает оперативность медицинской помощи. При этом благодаря персонализированному подходу, основанному на точных классификациях аритмий и отслеживании долгосрочных паттернов сердца пациентов, GRU-модели могут способствовать более эффективному выбору терапевтических стратегий в зависимости от динамики состояния здоровья пациента.

Хотя модель показала высокий уровень точности на тестовом наборе, дальнейшее улучшение может быть достигнуто путем увеличения размера и разнообразия обучающих данных, включая редкие паттерны аритмий. Расширение входных данных с включением дополнительных биометрических показателей (например, биохимические показатели крови) или функциональных параметров сердечно-сосудистой системы совместно с GRU-нейросетью могло бы усилить диагностическую силу модели.

Для адаптации предложенной GRU-нейросети к деятельности врачей, включая возможность интерпретировать предсказанные модели как части комплексного решения, необходимо обеспечить прозрачность механизмов работы этой сети.

Для обеспечения механизма рассуждения на базе ЭКГ-данных при помощи SWRL-правил результаты обучения и тестирования модели успешно интегрированы в СПБР. Это позволяет значительно ускорить диагностические процессы и обеспечить более точную оценку состояния пациента.

Применение разработанной GRU-модели в клинических условиях в удаленных районах с ограниченным доступом к высококвалифицированным специалистам, автоматизированные системы диагностики могут стать незаменимым инструментом для улучшения качества и доступности медицинской помощи.

Успешное применение GRU-нейросети не только подтверждает их потенциал в области персонализированной кардиологической диагностики, но также указывает на широкие возможности дальнейшего развития таких методов. Это открывает путь к более точной ранней диагностике аритмий сердца и ХСН, что потенциально может привести к значительным улучшениям качества жизни пациентов через профилактические мероприятия и оптимизацию лечения.

ВЫВОДЫ

В данной работе успешно продемонстрирован высокий потенциал GRU-нейросети для диагностики сердечных аритмий и поддержки принятия решений при ХСН в рамках подсистемы автоматизированного анализа ЭКГ в СПБР. Важнейшие выводы можно сформулировать следующим образом.

Разработка и обучение GRU показали высокие результаты – прогнозная точность зависит от класса и варьируется от 85% до 99%, включая точные оценки для редких паттернов аритмий. Это указывает на возможность использования модели в клинической практике при диагностике и персонализированной терапии ХСН.

Внедрение GRU-нейросети упрощает диагностику, сокращая время анализа ЭКГ до минимума без потери качества, что существенно повышает эффективность клинических решений и уменьшает риск ошибочного распознавания патологий сердца. Благодаря структуре GRU-нейросети с детализированным управлением информацией через забывающий и обновленный гейты врачи получают более понятные критерии оценки состояния здоровья пациентов, что способствует повышению доверия к автоматизированным решениям в медицине. При этом повышение точности ранней диагностики позволяет более эффективно предот-

вращать как развитие сложных сердечных заболеваний, так и повышает прогноз выздоровления у страдающих ХСН.

Для расширения применимости и универсальности GRU-нейросети необходимо дальнейшее исследование с различными демографическими группами, с учетом индивидуальных особенностей пациентов, имеющих несколько заболеваний. В дальнейшем, для более полной и точной оценки состояния пациента, усматривается улучшение модели диагностики посредством включения в анализ дополнительных медицинских показателей (например, биохимические данные, гемодинамика).

В целом, внедрение GRU-нейросети в области кардиологии представляет собой прорывной шаг вперед, позволяющий не только повысить точность диагностики аритмий сердца, но также обеспечивающий доступ к высококлас-ной медицинской помощи пациентам в удаленных регионах.

Наиболее перспективными представляются работы по интеграции предложенной модели машинного обучения с су-

ществующими клиническими рекомендациями в рамках СПВР. Так, использование онтологий с SWRL-правилами позволило улучшить качество работы СПВР благодаря более четкой интерпретации данных ЭКГ. Становится очевидным, что GRU-нейросети обеспечивают мощный инструментарий для улучшения как точности диагностики аритмий сердца, так и оценки хронического состояния типа ХСН. В рамках дальнейшего развития медицины они могут стать неотъемлемой частью персонализированной терапии с акцентом на раннее выявление патологий и минимизацию рисков осложнений.

Рецензент: Бурый Алексей Сергеевич, доктор технических наук, эксперт РАН, заместитель начальника отдела ФГБУ «Институт стандартизации», г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: a.s.burji@gostinfo.ru

Список использованных источников и литературы / References

1. Муромцев В.В., Никитин В.М., Ефремова О.А., Камышникова Л.А. Подход к улучшению автоматизированной системы компьютерного анализа электрокардиограммы // Медицинские технологии. Оценка и выбор. 2019. № 2 (36). С. 42–48. / Muromtsev V.V., Nikitin V.M., Efremova O.A., Kamyshnikova L.A. Podhod k uluchsheniyu avtomatizirovannoj sistemy komp'yuternogo analiza elektrokardiogrammy. Medicinskie tekhnologii. Ocenka i izbor. 2019. No. 2(36), pp. 42–48.
2. Лебедев Г.С., Шепетовская Н.Л., Решетников В.А. Телемедицина и механизмы ее интеграции // Национальное здравоохранение. 2021. Т. 2, № 2. С. 21–27. / Lebedev G.S., Shepetovskaya N.L., Reshetnikov V.A. Telemedicina i mekhanizmy ee integracii. Nacional'noe zdravoohranenie. 2021. Vol. 2. No. 2, pp. 21–27.
3. Волосатова Т.М., Спасёнов А.Ю., Логунова А.О. Автоматизированная система анализа и интерпретации электрокардиосигнала // Радиооптика. 2016. № 1. С. 1–18. / Volosatova T.M., Spasyonov A.Yu., Logunova A.O. Avtomatizirovannaya sistema analiza i interpretacii elektrokardiosignala. Radiooptika. 2016. No. 1, pp. 1–18.
4. Кошечкин К.А. Регулирование искусственного интеллекта в медицине // Пациентоориентированная медицина и фарма-ция. 2023. Т. 1, № 1. С. 32–40. / Koshechkin K.A. Regulirovanie iskusstvennogo intellekta v medicine. Pacientoorientirovannaya medicina i farmaciya. 2023. Vol. 1. No. 1, pp. 32–40.
5. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение. – 2-е изд., испр. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 652 с. / Goodfellow Y., Bendzhio I., Kurvill A. Glubokoe obuchenie: 2-nd ed. Moscow: DMK Press Publ., 2018. 652 p.
6. Ramaraj E. A novel deep learning based gated recurrent unit with extreme learning machine for electrocardiogram (ECG) signal recognition // Biomedical Signal Processing and Control. 2021. Vol. 68. Art. 102779.
7. Лосев А.Ю., Сулейманова Д.С., Черноморец Ю.А. [и др.]. Повышение эффективности медицинских осмотров на основе медицинских информационных систем // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 3 (78). С. 59–66. / Losev A.Yu., Sulejmanova D.S., Chernomorec Yu.A., et al. Povyshenie effektivnosti medicinskih osmotrov na osnove medicinskih informacionnyh sistem. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2024. No. 3 (78), pp. 59–66.
8. Moody G.B., Mark R.G. The impact of the MIT-BIH arrhythmia database // IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine. 2001. Vol. 20, no. 3, pp. 45–50.
9. Kim B.H., Pyun J.Y. ECG identification for personal authentication using LSTM-based deep recurrent neural networks // Sensors. 2020. Vol. 20, no. 11. Art. 3069.
10. Lynn H.M., Pan S.B., Kim P. A deep bidirectional GRU network model for biometric electrocardiogram classification based on recurrent neural networks // IEEE Access. 2019. Vol. 7, pp. 145395–405.
11. Hammad M., Chelloug S.A., Alkanhel R., et al. Automated detection of myocardial infarction and heart conduction disorders based on feature selection and a deep learning model // Sensors. 2022. Vol. 22, no. 17. Art. 6503.

DEVELOPMENT OF A GRU NEURAL NETWORK FOR AUTOMATED INTERPRETATION OF CARDIOGRAMS

Losev A.Yu., applicant, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

The existing difficulties of manual analysis of electrocardiograms due to the variety and variability of patterns lead to the need to create automated solutions. The sequence of steps for the development of a GRU neural network for the analysis of cardiograms using models of automatic analysis and interpretation of electrocardiograms is described.

The results of training and testing the GRU neural network, evaluating the accuracy of the classification algorithm for different classes of arrhythmias using Accuracy, Precision, Recall and F1-score metrics are presented. The graphs of learning the obtained results (error matrix, graphs of accuracy and loss by epoch) are given.

The analysis of the obtained results is carried out, which consist in reducing the analysis time of cardiograms and increasing the reliability of diagnosis in chronic heart failure. The potential contribution of the considered approach in the field of personalized medicine is emphasized, especially in conditions of limited access to specialized cardiological care.

Keywords: cardiovascular diseases, electrocardiogram, recurrent neural network, machine learning, metrics of classes of arrhythmias, personalized medicine.

For citation: Losev A.Yu. Development of a GRU neural network for automated interpretation of cardiograms. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 5 (86): 104–109. (In Russ.).

ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И МОНИТОРИНГ В CALS-УПРАВЛЕНИИ ИЗДЕЛИЕМ

Мусина Г.Р., аспирант кафедры логистики и управления ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Целью статьи является разработка подхода к внедрению системы постпроизводственного мониторинга качества продукции в рамках CALS-управления жизненным циклом изделия. В работе применены методы цифрового моделирования, анализа бизнес-процессов и математического моделирования эффективности, что позволило предложить алгоритм поэтапной интеграции мониторинга – от определения целей и критериев до построения цифровой модели и оценки производительности. Результатом исследования стал формализованный план внедрения мониторинга, включающий механизмы сбора и анализа данных, обратной связи и корректировки процессов. Практическая проверка на примере российских машиностроительных предприятий показала снижение дефектов, оптимизацию производственных циклов и повышение эффективности управления качеством. Предложенный подход может служить основой для дальнейших исследований и масштабирования цифровых решений в других отраслях промышленности.

Ключевые слова: CALS-технологии, мониторинг, управление качеством.

Цитирование: Мусина Г.Р. Цифровое моделирование и мониторинг в CALS-управлении изделием // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5 (86). С. 110–116.

ВВЕДЕНИЕ

Современная промышленность развивается в условиях возрастающей сложности производственных процессов и необходимости постоянного повышения качества продукции. Одним из ключевых вызовов для предприятий является обеспечение устойчивого управления жизненным циклом изделия – от стадии проектирования до эксплуатации и утилизации. В этой связи цифровые технологии и CALS-концепция (Continuous Acquisition and Life Cycle Support) становятся стратегической основой трансформации производственной среды, позволяя формировать единое информационное пространство и обеспечивать непрерывный контроль качества.

Особую актуальность приобретает задача постпроизводственного мониторинга, который обеспечивает обратную связь от этапа эксплуатации к проектированию и производству. В отличие от традиционных методов управления качеством, ориентированных преимущественно на контроль готовой продукции, цифровая модель мониторинга позволяет отслеживать дефекты и отклонения в реальном времени, формировать корректирующие воздействия и адаптировать процессы под фактические условия эксплуатации.

Научная новизна исследования заключается в разработке формализованного алгоритма внедрения постпроизводственного мониторинга с использованием цифровых моде-

лей и CALS-технологий. Такой подход позволяет не только выявлять отклонения на поздних стадиях жизненного цикла, но и корректировать проектные и технологические решения на ранних этапах. Кроме того, предложен метод оценки эффективности цифровизации процессов контроля качества, основанный на мультифакторной модели, что расширяет инструментарий управления производством.

Цель статьи заключается в формировании целостного подхода к внедрению системы цифрового постпроизводственного мониторинга на всех стадиях жизненного цикла изделия. Для ее достижения применяются методы цифрового моделирования, анализа бизнес-процессов и математического моделирования производственной эффективности.

Практическая значимость работы подтверждается результатами апробации на российских машиностроительных предприятиях, где интеграция цифровых решений показала снижение уровня дефектов, оптимизацию производственных циклов и рост общей эффективности систем управления качеством.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Актуальность и научная новизна определены тем, что современные предприятия сталкиваются с необходимостью сократить производственные потери, повысить качество продукции и обеспечить ее соответствие стандартам на

каждом этапе жизненного цикла. Несмотря на наличие отдельных цифровых решений – комплексное применение цифровых моделей и постпроизводственного мониторинга в связке с CALS-технологиями остается недостаточно проработанным. С учетом исследованных материалов и теоретических изысканий – в статье предлагаются план внедрения системы постпроизводственного мониторинга качества продукции на всех фазах жизненного цикла изделия и концепция формулы для оценки эффективности внедрения. Внедрение автоматизированной системы управления на всех стадиях жизненного цикла изделия обеспечит целостный подход к управлению качеством, базирующийся на цифровом моделировании и мониторинге, интегрированных в систему управления предприятием.

Зарубежные исследования акцентируют внимание преимущественно на интеграции ERP и CAD-сред [1], или на цифровых двойниках в рамках PLM-платформ [2], однако в них отсутствует механизм непрерывной оценки отклонений после выхода изделия в эксплуатацию. Новизна заключается в формализованном алгоритме внедрения мониторинга, ориентированного на выявление отклонений в условиях эксплуатации и их последующую корректировку на уровне проектных и производственных решений. Такой подход позволяет не только повысить качество готовой продукции, но и оперативно адаптировать производственные процессы с учетом фактических данных эксплуатации.

Преимущества и последствия внедрения цифровых технологий, CALS-технологий и цифровой трансформации в масштабах всего бизнеса огромны. Автор Степанов Д. представляет несколько областей, в которых переход на CALS-технологии может стать решающим фактором успеха на современном рынке:

- ускорение принятия решений;
- обеспечение беспрепятственного отслеживания производительности;
- получение более глубокого понимания клиентов;
- создание более привлекательного клиентского опыта;
- автоматизация ручных задач;
- внедрение новых продуктов, услуг и бизнес-моделей [3].

Кондратьев С.А. в работе «Цифровой двойник в промышленности: концепция, методы, примеры» указывает, что перевод процессов в цифровой формат действительно может быть сложной задачей. Описание этих действий должно быть поэтапно распределено в «дорожной карте CALS-технологической трансформации» [4].

По мнению Афанасьева В.В. и Иванова Н.И., масштабируемые и актуальные внутренние и внешние бизнес-процессы являются основой любой успешной организации. Бизнес-процесс – это совокупность задач, выполняемых сотрудниками, клиентами, партнерами или другими заинтересованными сторонами в определенном порядке для достижения определенной конечной бизнес-цели [5].

Пантюхин О.В. в своей научной работе «Разработка методологии управления качеством продукции ответственного назначения на основе цифровых двойников технологических процессов и изделий (на примере изготовления гильз для высокоэффективных патронов)» обращает внимание на то, что для разработки или поставки продукта или услуги могут потребоваться внутренние изменения. Внешние процессы могут быть связаны с предоставлением клиенту наилучшего сервиса и своевременной доставкой [6]. Управление дефектами по стадиям жизненного цикла изделия и соответствующей системы проводится путем детального анализа деятельности и потока данных по управлению жизненным циклом изделия.

Современные международные исследования в области управления жизненным циклом продукции акцентируют внимание на важности интеграции CALS-технологий и цифровых моделей. Применение подобных решений позволяет формировать единую информационную среду, охватывающую все стадии – от проектирования до эксплуатации. Это особенно актуально в условиях возрастающей сложности производственных систем и необходимости быстрого реагирования на изменения.

Среди зарубежных работ особого внимания заслуживает исследование Y. Denysenko, O. Dynnyk, T. Yashyna, N. Malovana (при участии V. Zaloga), опубликованное в журнале International Journal of Engineering & Technology, в котором показано, что использование CALS-инструментов в системе управления качеством позволяет оптимизировать контроль на всех этапах жизненного цикла изделия и значительно снижает уровень дефектности [6].

По мнению Kureichik V., Taratoukhine V., цифровизация производственной среды также рассматривается через призму интеграции с ERP и CAD-средами. В этой связи показателен опыт разработки CALS-моделей на основе объединения инженерных и управленческих платформ. Такая интеграция, как подчеркивается в зарубежной литературе, способствует формированию адаптивной производственной среды, устойчивой к сбоям и внешним рискам [7].

Крупные технологические компании также делают ставку на концепции жизненного цикла. Согласно данным, представленным SAP, современные PLM-решения являются базой для устойчивого инновационного развития: они позво-

ляют управлять данными, процессами, людьми и системами в едином цифровом пространстве [8].

В исследовании Carroll B. акцент сделан на следующем этапе эволюции CALS и PLM – создании интеллектуальных цифровых ландшафтов. Автор прогнозирует широкое внедрение искусственного интеллекта, цифровых двойников и дополненной реальности, которые позволяют не только контролировать, но и предсказывать поведение продукции на всех стадиях жизненного цикла [9].

Таким образом, международный опыт подчеркивает эффективность цифрового управления жизненным циклом продукции. Он может быть полезен для внедрения аналогичных подходов в отечественных производственных системах.

С учетом исследованных материалов и теоретических изысканий предлагается план внедрения системы постпроизводственного мониторинга качества продукции на всех фазах жизненного цикла изделия.

Предложенный план внедрения разработан на основе анализа действующих подходов цифровизации производственного контроля, включая модели, основанные на ERP- и CAD-интеграции, а также концепции цифровых двойников [10]. В отличие от них данная схема включает этапы, направленные не только на сбор и анализ данных, но и на переосмысление самих бизнес-процессов до их цифровизации. Такой подход позволяет устранить избыточные операции еще до автоматизации, обеспечивая более высокую эффективность системы. Рассматривались альтернативные варианты, включая фрагментарное внедрение мониторинга без глубокой интеграции в архитектуру предприятия, однако они не обеспечивали требуемой системности и адаптивности. В основе выбора текущего плана лежат принципы целостности, обратной связи и настраиваемости, что соответствует современным требованиям цифровой трансформации. Кроме того, учтены критерии совместимости с CALS-технологиями, открытости для масштабирования и возможности внедрения без глубоких изменений в организационной структуре. Комплексный характер предложенного подхода обусловлен необходимостью обеспечить управляемую систему мониторинга качества на всех этапах жизненного цикла изделия. Блок-схема представлена на рисунке.

Шаг 1. Формирование критериев успеха. Для каждого процесса, который подлежит преобразованию с помощью CALS-технологий, необходимо создать четкую схему для определения цели и связанных с ней показателей успеха. Следует обозначить конкретные цели с учетом ожидаемых конечных результатов. Исследователи называют это определением целей и ключевых результатов (OKR) [4].



Алгоритм внедрения системы цифрового постпроизводственного мониторинга на основе CALS-технологий

Шаг 2. Уточнение бизнес-процесса и параметров мониторинга. Следующим этапом становится определение типа бизнес-процесса, который подлежит трансформации. Бизнес-процессы делятся на три категории:

- операционные – связанные с производством и поставкой конечной продукции;
- управленческие – охватывающие контроль, планирование и распределение ресурсов;
- вспомогательные – обслуживающие функции, включая ИТ, документооборот, клиентскую поддержку.

К основным ожидаемым результатам могут относиться:

- уменьшение длительности производственного цикла,
- повышение стабильности и надежности продукции,

- снижение незавершенного производства,
- внедрение стандартов контроля качества,
- сокращение времени перенастройки оборудования,
- активное вовлечение персонала в совершенствование процессов,
- оптимизация технологических цепочек,
- освоение инновационных форм организации производства.

На данном этапе также важно определить методы получения данных: это могут быть автоматические системы, цифровые датчики, опросы персонала, экспертные суждения и др.

Шаг 3. Формирование цифровой бизнес-модели. В зависимости от целей проекта следует подобрать подходящую модель цифровой трансформации, опирающуюся на потенциал CALS-технологий.

В случае выявления проблем осуществляется коррекция процессов с последующим контролем изменений. Обратная связь от системы мониторинга помогает совершенствовать проектные и производственные решения.

Шаг 4. Переосмысление процессов и оптимизация. Перед внедрением цифровых решений важно не просто автоматизировать существующие схемы, а критически их переосмыслить. Это позволяет выявить слабые звенья, избыточные операции и потенциальные точки роста. Значительный вклад в эффективность дает системный подход к обратной связи: формируются шаблоны отчетности для различных категорий сотрудников (руководство, инженеры, технические специалисты, клиенты). Данные мониторинга используются для постоянной корректировки процессов.

Интеграция системы мониторинга с ERP и другими управленческими платформами (например, модулями качества и управления рисками) обеспечивает целостность и оперативность управления.

Шаг 5. Оценка соответствия выбранного ПО анализируемому процессу. Любая цифровизация невозможна без программных решений. Важную роль играют платформы, которые позволяют без навыков программирования настраивать и масштабировать бизнес-процессы. После внедрения цифровой системы проводится ее оценка по ранее установленным метрикам: анализируется уровень брака, затраты времени, уровень удовлетворенности и т. д. Кроме того, осуществляется прогнозирование возможных эффектов на основе анализа накопленных данных.

Шаг 6. Разработка дорожной карты внедрения CALS-технологий. На этом этапе создается стратегический план перехода, отражающий цели, сроки, ответственных исполнителей и ожидаемые результаты. Такая карта служит навигацией по этапам цифровой трансформации и помогает всем участникам понимать, в каком направлении движется организация.

Шаг 7. Постоянное тестирование и обратная связь. Чтобы цифровая трансформация была устойчивой, необходимо применять подходы, основанные на цикличной проверке и адаптации. Использование принципов бережливого производства и итерационного подхода (с быстрым запуском и регулярными корректировками) позволяет снизить риски и максимально адаптировать систему под реальные условия эксплуатации [6].

При уже реализованных CALS-технологиях рекомендуется масштабирование. На начальном этапе трансформации целесообразно выбрать простое направление и развивать его поступательно. Каждое преобразование начинается с первого шага.

Цифровая модель позволяет осуществлять эвристическую работу с соответствующим процессом управления целями путем виртуального исполнения. Цифровая модель как виртуальная платформа имеет функции и алгоритмы, которые работают с различными входными данными фактических данных, в конечном итоге проверяют входную информацию. Все процессы управления дефектами по стадиям жизненного цикла изделия при применении цифровой модели анализируются в реальном времени.

Каждый целевой процесс управления дефектами сопоставляется с ключевыми показателями эффективности уровня склада, завода и технологического задания.

В процессе производства необходимо виртуализировать критически важные объекты, требующие внимательного обращения, путем более детального моделирования. Аналогичным образом можно смоделировать отдельную производственную линию, ресурс объекта или работу.

Все вышеупомянутые этапы являются основными этапами внедрения системы постпроизводственного мониторинга на фазах жизненного цикла предприятия или изделия, которые включают процессы, начиная от планирования и сбора данных для анализа до корректировки процессов по результатам постпроизводственного мониторинга, оценки их эффективности и принятия управленческих решений на основании результатов внедрения постпроизводственного мониторинга на всех фазах жизненного цикла изделия.

В рамках исследования цифровая модель представлена как поэтапная система постпроизводственного мониторинга,

включающая сбор, анализ и обратную передачу данных для оперативной корректировки технологических процессов.

Оценку эффективности внедрения цифрового мониторинга на всех стадиях жизненного цикла изделия рекомендуется осуществлять с помощью математической модели расчета итоговой эффективности цифровизации производственных процессов контроля качества:

$$P = P_0 \times (1 + \sum n_i = 1 \alpha_i \times F_i),$$

где P – итоговая производительность системы; P_0 – базовая (начальная) производительность системы без учета влияния факторов; n – количество факторов, влияющих на производительность; α_i – коэффициент влияния i -го фактора на производительность. Этот коэффициент определяет степень влияния конкретного фактора на итоговый результат; F_i – значение i -го фактора, влияющего на производительность (например, уровень дефектов, степень перепроизводства и т.д.).

Теперь можно выразить итоговую производительность P в зависимости от базовой эффективности цифровизации производственных процессов контроля качества P от P_0 с учетом влияния факторов.

В рамках исследования уровень автоматизации рассматривается как совокупный показатель степени цифровой интеграции процессов, охватывающий как технические, так и управленческие аспекты. Аналогичные подходы встречаются в работах Denysenko и соавторов, где уровень автоматизации определяется по числу замкнутых цифровых контуров управления [7].

Что касается представленной формулы эффективности внедрения $P = P_0 \times (1 + \sum \alpha_i \times F_i)$, то коэффициенты α_i отражают вклад каждого фактора цифровизации (F_i) в общую эффективность. На практике значения этих коэффициентов определяются экспертно либо на основании статистического анализа исторических данных. Подобный метод используется в зарубежных исследованиях по цифровой трансформации производств, где α_i интерпретируются как весовые коэффициенты на основе значимости фактора в конкретной отрасли [8]. Например, фактор F_1 может отражать снижение брака, фактор F_2 – повышение стабильности процессов, F_3 – сокращение времени переналадки оборудования и т.д. Подход к построению формулы базируется на принципах мультифакторного моделирования и используется для предварительной оценки целесообразности цифровых инвестиций [10].

Эта модель позволяет оценить влияние различных факторов на прогнозируемую эффективность организации технологических систем машиностроительного производства и предложить рекомендации для управления их воздей-

ствием на рабочий процесс с целью повышения эффективности и результативности производственных процессов контроля качества.

Практическая эффективность комплексного подхода к автоматизации и постпроизводственному мониторингу подтверждается рядом реализованных проектов на российских машиностроительных предприятиях.

Так, на ПАО «Тяжмаш» (г. Сызрань) внедрена автоматизированная система мониторинга и управления производственной деятельностью на базе технологии OPC (OLE for Process Control). Это позволило повысить достоверность информации о ходе выполнения заказов, сократить время отклонений от графика и на 15% улучшить показатели производительности труда. Кроме того, был снижен уровень внеплановых простоев оборудования на 12%, а количество дефектов на сборочных операциях уменьшилось на 9% [11].

Еще один успешный кейс реализован на ОАО «КамАЗ». Здесь внедрена информационная система отслеживания этапов сборки узлов и агрегатов на базе RFID-меток и встроенных терминалов идентификации. Данная система обеспечивает полную прослеживаемость каждого элемента на всех стадиях технологического процесса. Как указывают исследователи, применение данной технологии позволило сократить среднее время простоев при сборке на 18%, а также снизить долю возвратов по качеству с 3,6% до 2,1% за один год эксплуатации. Существенным результатом стало сокращение незавершенного производства на 11%, что повлияло на оборачиваемость складских запасов и плановую дисциплину [12].

Оба примера демонстрируют практическую реализацию идей, заложенных в концепцию цифровой модели и постпроизводственного мониторинга, а также подтверждают их экономическую и организационную эффективность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование подтвердило, что внедрение CALS-технологий и систем постпроизводственного мониторинга открывает новые возможности для управления качеством продукции и оптимизации жизненного цикла изделий. Рассмотренные этапы процесса – от формирования критериев успеха и уточнения бизнес-процессов до построения цифровой модели и разработки дорожной карты – демонстрируют необходимость системного подхода к цифровой трансформации.

Практическая значимость полученных результатов проявляется в том, что предложенный алгоритм внедрения обеспечивает целостность управления, позволяет своевременно выявлять узкие места в производственных цепочках и снижать издержки за счет автоматизации контроля и

интеграции с ERP-системами. Особое внимание уделено цикличности мониторинга и обратной связи, что гарантирует устойчивость внедряемых решений и их адаптацию к реальным условиям эксплуатации.

Таким образом, использование CALS-технологий в сочетании с современными средствами информационного мониторинга не только способствует повышению надежности и стабильности продукции, но и формирует основу для внедрения инновационных моделей управления. Полученные выводы подтверждают актуальность выбранного направления исследований и создают предпосылки для дальнейшего развития методик цифровизации производственных процессов.

Рецензент: Бурый Алексей Сергеевич, доктор технических наук, эксперт РАН, заместитель начальника отдела ФГБУ «Институт стандартизации», г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: a.s.burji@gostinfo.ru

Список использованных источников и литературы

1. Kureichik V.M., Kureichik V.V., Taratukhin V.V., et al. Continuous acquisition and life-cycle support (CALS) simulation models on the basis of the ERP and CAD technologies integration // In Emerging Trends In Information Systems: Recent Innovations, Results And Experiences. Cham: Springer International Publishing, 2015, pp. 11–19.
2. Carroll B. Next Generation PLM: Intelligent Virtual Landscape [Electronic resource] // LinkedIn. – 2024. – URL: <https://www.linkedin.com/pulse/next-generation-plm-intelligent-virtual-landscape-brion-carroll-ii-> (дата обращения: 19.05.2025).
3. Степанов Д.Ю. Интеграция ERP и MES-систем: взгляд сверху [Электронный ресурс]. – URL: https://stepanovd.com/documents/science/2016/1_erpmes/erpmes1.pdf (дата обращения: 02.05.2025). Степанов Д.Ю. Публикации автора [Электронный ресурс] // eLibrary. – URL: https://www.elibrary.ru/author_items.asp?authorid=701455 (дата обращения: 02.05.2025).
4. Кондратьев С.А. Цифровой двойник в промышленности: концепция, методы, примеры. – М.: Инфра-Инженерия, 2021. – 248 с. ISBN 978-5-9729-0532-0.
5. Афанасьев В.В., Иванов Н.И. Управление жизненным циклом изделия: концепции и технологии. – СПб.: Питер, 2020. – 320 с. ISBN 978-5-4461-1703-5.
6. Пантюхин О.В. Разработка методологии управления качеством продукции ответственного назначения на основе цифровых двойников технологических процессов и изделий (на примере изготовления гильз для высокоэффективных патронов): специальность 05.02.23 «Стандартизация и управление качеством продукции»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – 2021. – 272 с.
7. Denysenko Yu., Dynnyk O., Yashyna T., Malovana N. Implementation of CALS-Technologies in Quality Management of Product Life Cycle Processes // International Journal of Engineering & Technology. – 2018. – Vol. 7, No. 4.3. – Pp. 373–377.
8. Интеллектуальная система мониторинга и управления техническим состоянием мехатронных технологических объектов / А.К. Тугенгольд, Е.А. Лукьянов, Р.Н. Волошин, В.Ф. Бонилья // Вестник Донского государственного технического университета. – 2020. – Т. 20, № 2. – С. 188–195.
9. SAP. What Is Product Lifecycle Management (PLM)? [Electronic resource]. – URL: <https://www.sap.com/products/scm/plm-r-d-engineering/what-is-product-lifecycle-management.html> (дата обращения: 19.05.2025).
10. Петров А.С., Кузнецов И.А. Неразрушающий контроль: современные методы и технологии. – М.: Академия, 2019. – 304 с. ISBN 978-5-4468-0181-5.
11. Шевяков С.А., Бочкарев С.В. Построение автоматизированной системы мониторинга и управления производственной деятельностью промышленного предприятия // Современные наукоемкие технологии. – 2021. – № 1. – С. 63–66. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-avtomatizirovannoy-sistemy-monitoringa-i-upravleniya-proizvodstvennoy-deyatelnosti-promyshlennogo-predpriyatiya> (дата обращения: 19.05.2025).
12. Кузиванов С.Д. Информационная система отслеживания этапов производства и стыковки сборочных единиц в рамках машиностроительного предприятия // Актуальные исследования. 2024. № 8-1 (190). С. 30–36.

DIGITAL MODELING AND MONITORING IN CALS-PRODUCT MANAGEMENT

Musina G.R., Post-graduate student Department of Logistics and Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education KNRTU, Kazan

The aim of this article is to develop an approach for implementing a post-production monitoring system within CALS-based product lifecycle management. The study applies methods of digital modeling, business process analysis, and mathematical modeling of efficiency, which made it possible to propose a step-by-step algorithm for monitoring integration – from defining objectives and criteria to building a digital model and evaluating performance. The results demonstrate a formalized implementation plan that incorporates mechanisms of data collection, analysis, feedback, and process adjustment. Practical verification at Russian engineering enterprises confirmed defect reduction, optimization of production cycles, and improved quality management efficiency. The proposed approach can serve as a basis for further research and scaling of digital solutions in other industrial sectors.

Keywords: product lifecycle, digital model, CALS-technologies, monitoring, quality management.

For citation: Musina G.R. Digital modeling and monitoring in CALS-product management. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 5 (86): 110–116. (In Russ.).

References

1. Kureichik V.M., Kureichik V.V., Taratukhin V.V., et al. Continuous acquisition and life-cycle support (CALS) simulation models on the basis of the ERP and CAD technologies integration // In: Emerging Trends in Information Systems: Recent Innovations, Results and Experiences. Cham: Springer International Publishing, 2015, pp. 11–19.
2. Carroll B. Next Generation PLM: Intelligent Virtual Landscape [Electronic resource] // LinkedIn. – 2024. – URL: <https://www.linkedin.com/pulse/next-generation-plm-intelligent-virtual-landscape-brion-carroll-ii-> (accessed: 19.05.2025).
3. Stepanov D.Yu. Integration of ERP and MES-systems: a top view [Electronic resource]. – URL: https://stepanovd.com/documents/science/2016/1_erpmes/erpmes1.pdf (accessed: 02.05.2025). Stepanov D.Yu. Author's publications [Electronic resource] // eLibrary. – URL: https://www.elibrary.ru/author_items.asp?authorid=701455 (accessed: 02.05.2025).
4. Kondratyev S.A. Digital Twin in Industry: Concept, Methods, Examples. Moscow: Infra-Engineering, 2021. – 248 p. ISBN 978-5-9729-0532-0.
5. Afanasyev V.V., Ivanov N.I. Product Lifecycle Management: Concepts and Technologies. Saint Petersburg: Piter, 2020. – 320 p. ISBN 978-5-4461-1703-5.
6. Pantyukhin O.V. Development of a Methodology for Quality Management of Critical Products Based on Digital Twins of Technological Processes and Products (on the Example of the Manufacture of Sleeves for High-Performance Cartridges): Dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences. Specialty 05.02.23 «Standardization and Product Quality Management». – 2021. – 272 p.
7. Denysenko Yu., Dynnyk O., Yashyna T., Malovana N. Implementation of CALS-Technologies in Quality Management of Product Life Cycle Processes // International Journal of Engineering & Technology. – 2018. – Vol. 7, No. 4.3. – Pp. 373–377.
8. Tugengold A.K., Lukyanov E.A., Voloshin R.N., Bonilla V.F. Intelligent system for monitoring and managing the technical condition of mechatronic technological objects // Bulletin of Don State Technical University. – 2020. – Vol. 20, No. 2. – Pp. 188–195.
9. SAP. What Is Product Lifecycle Management (PLM)? [Electronic resource]. – URL: <https://www.sap.com/products/scm/plm-r-d-engineering/what-is-product-lifecycle-management.html> (accessed: 19.05.2025).
10. Petrov A.S., Kuznetsov I.A. Nondestructive Testing: Modern Methods and Technologies. Moscow: Akademiya, 2019. – 304 p. ISBN 978-5-4468-0181-5.
11. Shevyakov S.A., Bochkarev S.V. Building an automated system for monitoring and managing the production activities of an industrial enterprise // Modern High Technologies. – 2021. – No. 1. – Pp. 63–66. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-avtomatizirovannoy-sistemy-monitoringa-i-upravleniya-proizvodstvennoy-deyatelnosti-promyshlennogo-predpriyatiya> (accessed: 19.05.2025).
12. Kuzivanov S.D. Information system for tracking production stages and assembling units within a mechanical engineering enterprise // Actual Research. – 2024. – No. 8-1(190). – Pp. 30–36.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ИЗДЕЛИЯ В АВИАСТРОЕНИИ

Оболенская Е.А., аспирант кафедры 1105 «Управление качеством и сертификация» МАИ, г. Москва
Одинокоев С.А., д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры 1105 «Управление качеством и сертификация» МАИ, г. Москва

Цель. Предложить подход к цифровизации конструкторской документации в управлении жизненным циклом продукции с использованием современных цифровых технологий.

Методы. Аккумуляции знаний научных публикаций в области цифровой трансформации, ускоренного развития технологического прогресса в области авиастроения.

Результаты. Показано, что в современном мире цифровая трансформация становится неотъемлемой частью экономической и социальной жизни, описаны основные этапы перехода к цифровой трансформации в работе с конструкторской документацией в авиастроении, показано управление жизненным циклом авиационной техники в цифровой среде, а также описаны перспективы использования текущих цифровых технологий.

Ключевые слова: цифровизация, цифровая трансформация, конструкторская документация, жизненный цикл, цифровая экономика.

Цитирование: Оболенская Е.А., Одинокоев С.А. Цифровизация конструкторской документации в управлении жизненным циклом изделия в авиастроении // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5 (86). С. 117–123.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы практически все аспекты экономической и социальной жизни претерпели значительные изменения благодаря стремительному развитию и распространению цифровых технологий. Начав с оцифровки данных и автоматизации отдельных бизнес-процессов, компании переходят к цифровизации – улучшению процессов с помощью технологий и в конечном итоге – к полной цифровой трансформации, которая подразумевает существенную перестройку бизнес-моделей на основе повышения эффективности всех этапов жизненного цикла (ЖЦ) изделия.

К основным причинам, требующим перехода к цифровой трансформации, можно отнести ускоренное развитие технологического прогресса, невозможное без организации и постоянной оптимизации бизнес-процессов, увеличение нарастающей конкуренции, в том числе вызванной попыткой доминирования отдельных крупных международных компаний, и изменения в потребительских предпочтениях, обусловленные возможностью выбора на рынке [1, 2].

Цифровая трансформация авиационной отрасли – это комплексное внедрение современных технологий, таких как искусственный интеллект, Интернет вещей и Облачные

вычисления, для модернизации процессов в авиастроении, эксплуатации и обслуживании, повышающее операционную эффективность, безопасность и качество предлагаемых услуг. Цифровые технологические решения объединяют в едином цифровом пространстве специалистов конструкторских бюро (КБ), производства, магистральной авиаинфраструктуры и обслуживающих объектов, что позволяет на экосистемах цифровых платформ ввести единые нормативы и регламенты, сокращая время по взаимодействию и документообороту [3].

Хотя масштабы цифровой трансформации широко варьируются в различных отраслях, эксперты в целом признают ее значение для социально-экономического и технологического прогресса. На текущем этапе выделяют ряд ключевых сторон этого процесса: интенсивный рост новых технологий, увеличивающийся спрос на цифровые инновации, сокращение жизненного цикла технологий и устранение социальных и технологических рисков.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ АВИАСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСТИ

В последнее время цифровая экономика стала ключевым направлением развития информационного общества, оказывая существенное влияние на экономику и социальную

сферу жизни людей. Внедрение цифровых технологий оказывает значительное воздействие на все важные области экономики и, особенно, приборостроение и машиностроение. Чтобы в полной мере использовать возможности новых подходов, необходимо четко определить задачи для разработки цифровых решений и сервисов, а также адаптировать технологическую инфраструктуру под нужды участников процесса. В этом контексте цифровая трансформация должна включать слаженное решение всех основных задач, и в первую очередь для конструкторско-технологического обеспечения производства.

Глобальные цели и задачи отражают ключевые требования для достижения «цифровой зрелости» предприятий в сфере машиностроения, которые были прописаны для отрасли в Дорожной карте направления «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии», согласно национальной программе «Цифровая экономика»¹.

Внедрение и активное применение современных цифровых технологий в процессе разработки, производства и эксплуатации авиапродукции является ключевым фокусом Государственной программы «Стратегия развития авиационной промышленности до 2030 года». Создание Минпромторгом России стратегического документа, направленного на приоритетное развитие авиационно-космического сектора, стало следствием производственно-технических требований, учитывающих быстрые темпы внедрения цифровых решений на предприятиях Объединенной авиастроительной корпорации (ОАК). Цифровизация в авиационной отрасли представляет собой глобальную автоматизацию производственных процессов с применением передовых технологий. Это включает в себя полную компьютеризацию проектирования и использование элементов «Больших данных» в авиастроении. Процессы цифровой трансформации в ОАК требуют внедрения новых организационно-экономических подходов. Важно интегрировать в стратегические программы разработки и реализации модели искусственного интеллекта, промышленного интернета вещей и других факторов цифровой трансформации. Необходима согласованность отраслевых стратегий с актуальными документами России, такими как Национальный проект «Цифровая экономика», Комплексная программа развития авиационной отрасли Российской Федерации до 2030 года»².

Первые российские гражданские авиалайнеры также создаются с использованием цифровых технологий: ближнемагистральный Sukhoi Superjet 100 (SSJ100), его версия с импортозамещением SSJ-New, бизнесджет Aurus Business Jet

и среднемагистральный самолет MC-21 от компании ПАО «Яковлев». Перевод физических компонентов в математические модели значительно сокращает время разработки MC-21. Для ускорения проектирования в Государственном научно-исследовательском институте авиационных систем был создан полунатурный испытательный стенд «Электронная птица», который имитирует MC-21 и SSJ New. Виртуальная среда позволяет интегрировать модель летательного аппарата с реальным бортовым оборудованием и заменять компоненты имитаторами. Во время тестирования цифрового двойника двигателей ПД-14 и ПД-8 проводится оценка в различных режимах, что облегчает интеграцию новых систем и помогает заранее выявлять ошибки. Таким образом, работа над серийными авиалайнерами становится более эффективной и быстрой [3, 4].

Эпоха, когда конструкторам приходилось полагаться на бумажные документы, осталась в прошлом. Переход к проектированию на основе цифровых моделей значительно оптимизировал все этапы разработки. Таким образом, в современных условиях конструкторы Объединенной авиастроительной корпорации активно используют цифровые технологии для создания новых и модернизации существующих моделей авиационной техники. Цифровая трансформация дает новые возможности для анализа различных конфигураций самолетов, что делает решения более обоснованными [5, 6].

Элементы цифровизации начали внедряться на предприятиях Министерства авиационной промышленности СССР еще в середине XX века с появлением первых электронных вычислительных машин. Авиационные конструкторы, сталкивающиеся со сложными техническими задачами при разработке реактивных самолетов, начали активно использовать методы автоматизации. Одним из самых простых примеров цифровизации в авиастроении стало преобразование проектной и конструкторской документации (КД) с бумажного формата в цифровой. В ОАК уже в 90-е годы XX века начали применять 3D-моделирование самолетов. Тем не менее, именно в последнее десятилетие цифровые технологии не только значительно упростили и ускорили работу отечественных авиастроителей, но и коренным образом трансформировали множество процессов в создании авиационной техники. К примеру, ОКБ Микояна применяет «безбумажные» чертежи и трехмерные технологии, что позволяет существенно сократить сроки разработки новых самолетов. ОКБ Сухого создает цифровые двойники своих изделий, позволяя предсказать их поведение в воздухе еще до завершения испытаний. Совместная работа с подрядчиками осуществляется дистанционно в режиме онлайн с помощью общих проектных платформ. «Туполев» и «Ильюшин» также разрабатывают самолеты с использованием цифровых технологий³.

³ Цифровое проектирование: как создаются «безбумажные» самолеты. – URL: <https://rostec.ru/news/tsifrovoye-proektirovanie-kak>

¹ Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». – URL: <http://government.ru/info/35568/> (дата обращения: 25.01.2025)

² Распоряжение правительства РФ от 25.06.2022 г. № 1693-р «О комплексной программе развития авиационной отрасли Российской Федерации до 2030 года». URL: <https://docs.cntd.ru/document/350899839> (дата обращения: 20.08.2025).

ЭЛЕКТРОННАЯ КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Современные стандарты служат отправной точкой для определения требований к производству и услугам, упорядочивают сами производственные процессы и устанавливают единые процедуры для различных видов деятельности [7].

В настоящее время действует ГОСТ Р 2.531–2023⁴ по электронной конструкторской документации, который определяет различные способы преобразования электронных конструкторских документов, включая изменения в их формате, представлении, дизайне и содержании. Он также охватывает процесс преобразования бумажных конструкторских документов в электронные форматы [8] и наоборот – преобразование электронных документов обратно в бумажный вид. В действующем также стандарте – ГОСТ Р 2.051–2023⁵ идет речь о формах используемых документов, о требованиях к содержательной части документа и его оформлению; особый акцент сделан на требования к электронной подписи документа; даются рекомендации по формам и правилам заполнения удостоверяющего листа электронного конструкторского документа, а также показаны схемы организации данных в электронных КД. Учитывая также стандарт ГОСТ Р 2.504–2021⁶, рассматривающий правила внесения в электронные конструкторские документы, можно судить о повышенном внимании к данной теме.

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В настоящее время в авиастроении внедряется система Teamcenter. Teamcenter является системой управления ЖЦ продукта (PLM), которая обеспечивает координацию совместной работы работников предприятия (или группы предприятий) с информацией о продукции и процессах, связанных с ней, на всех стадиях ее ЖЦ.

Эта платформа упрощает организацию процессов создания и применения моделей, позволив перейти от использования 3D моделей в качестве базовых данных для разработки 2D документации к тому, чтобы 3D модели стали основным документом, содержащим информацию о продукте. Это способствует значительному повышению эффективности работы CAD/CAM/CAE систем на предприятии и в конечном итоге сокращает время от начала разработки до получения первых образцов в 2–3 раза, согласно опыту эксплуатации, в российских и СНГ компаниях [9, 10].

sozdayutsyabezbumazhnye-samolety (дата обращения: 25.07.2025).

⁴ ГОСТ Р 2.531–2023 Единая система конструкторской документации. Электронная конструкторская документация. Виды преобразований. М., 2023.

⁵ ГОСТ Р 2.051–2023 Единая система конструкторской документации. Электронная конструкторская документация. Основные положения. М., 2023.

⁶ ГОСТ Р 2.504–2021 Единая система конструкторской документации. Правила внесения изменений. М., 2021.

Teamcenter представляет собой интегрированную платформу, состоящую из множества взаимозависимых компонентов, которые обеспечивают постоянную поддержку и управление всеми этапами ЖЦ продукции и бизнес-процессов компании. Комплекс приложений Teamcenter для управления ЖЦ товара способствует принятию обоснованных решений, необходимых для достижения целей, объединяя разнообразные рабочие потоки в одном источнике данных о продукции и процессах.

К основным компонентам относятся [10]:

- управление процессом разработки продукции;
- управление технологической информацией и автоматизация подготовки производства;
- контроль инженерных расчетов;
- системное проектирование и управление требованиями; управление портфелями, программами и проектами;
- управление структурой изделия; обеспечение соответствия стандартам;
- управление контентом и документацией;
- управление производственными процессами;
- акты электромеханических данных;
- сервисное обслуживание и ремонт;
- аналитика и отчетность;
- визуализация жизненного цикла;
- интеллектуальные ресурсы предприятия.

Teamcenter охватывает данные о продукции на всех ее ЖЦ – от сбора информации на предварительном этапе до ведения истории каждой единицы товара в процессе эксплуатации. На стадии, предшествующей разработке, система помогает собирать и структурировать требования, а затем в ходе проектирования управлять 3D-моделями и чертежами, спецификациями, расчетными моделями и другими данными. На этапе производства, сервисного обслуживания и утилизации система фиксирует производственные зависимости и данные о выполнении регламентных работ.

РОЛЬ И МЕСТО ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Teamcenter не только централизует знания о продукции, но и предоставляет обзорный доступ к данным и управляет бизнес-процессами на всех этапах. Более того, система позволяет проводить параллельную работу на удаленных площадках, обеспечивая удаленный доступ и гибкую интеграцию с ERP и другими системами компании.

Цифровой прототип самолета, созданный с учетом всех конструктивных норм, представляет собой не просто электронную версию информации о летательном аппарате.

Цифровой двойник становится ключевым инструментом для взаимодействия и конкурентной борьбы на международной арене. Электронный прототип значительно снижает затраты на этапах проектирования и производства. Работа с «двойником» на компьютере может существенно уменьшить количество необходимых испытаний на стендах и полетах, которые обычно требуют значительных ресурсов. В рамках концепции «цифрового двойника» виртуальная модель продолжает использоваться в тандеме с физическим объектом на протяжении всего ЖЦ – от тестирования до эксплуатации и утилизации [11]. Таким образом, цифровой прототип эволюционирует в цифровой двойник. На стадии проектирования цифровой двойник помогает быстро выявлять и исправлять геометрические ошибки, а во время эксплуатации виртуальная среда способствует быстрому обнаружению рисков неисправностей и экономии на обслуживании. Все изменения в системах самолета заранее отображаются в цифровом двойнике.

Использование цифрового двойника позволяет проектировать более сложные конструкции без снижения точности сборки изделия и обеспечивая необходимую взаимозаменяемость деталей, узлов и агрегатов. Электронная модель также используется для проектирования и изготовления заготовительно-штамповочной оснастки и сборочных приспособлений с использованием станков с числовым программным управлением. Цифровой двойник позволяет сильнее связать конструкторское и технологическое проектирование. Интеграция этих этапов значительно скажется на качестве и времени проектирования. Например, позволит исключить ситуации, когда возникает необходимость перепроектирования изделия, связанная с «неожиданными» требованиями технолога при решении технологических задач.

Следует отметить, что в современном мире роль потребителя или заказчика является ключевой. Однако каждый из них имеет свои желания, потребности или ожидания, которые необходимо в полной мере реализовывать в создаваемой продукции. Именно цифровая модель позволяет быстро и без снижения качества создать разнообразные варианты изделия, в полной мере удовлетворяющие все возрастающие требования заказчиков авиационной техники. Учитывая, что цифровую модель продолжают использовать и при эксплуатации воздушного судна, например для анализа надежности изделия, мы получаем средство, связывающее все этапы ЖЦ изделия.

Использование электронных моделей в значительной степени изменит содержание и возможности функционирования систем менеджмента качества. Цифровизация позволит по-новому и значительно более эффективно осуществлять процедуры управления операционными рисками с целью снижения до необходимого уровня приемлемости; в полной мере реализовать требования по управлению конфи-

гурацией изделия, начиная с идентификации физических и технических характеристик и обеспечивая их прослеживаемость на всех этапах ЖЦ; создаст условия для результативного обеспечения процедуры верификации и валидации и т.д. Практически создается новая среда организации с более высоким уровнем, как на технологическом уровне, так и в конкурентном, культурном, социальном плане. Это все потребует еще раз взглянуть на ряд требований в системе менеджмента качества, которые должны быть решены на более высоком уровне. В первую очередь речь идет об обеспечении высокой компетентности работников предприятия, создании необходимой информационной инфраструктуры, решение вопросов информационной безопасности и т.д. Это достаточно сложные задачи, но их решение позволит обеспечить необходимый уровень качества изделия для достижения удовлетворенности и лояльности потребителя, для создания эффективного производства и в целом – для обеспечения конкурентоспособности.

ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Можно утверждать, что цифровая трансформация процесса разработки авиационной техники представляет собой не просто модное направление, а истинное изменение базовых принципов в машиностроении. На деле наблюдается всестороннее преобразование всех связанных решений на каждом этапе ЖЦ воздушного судна – начиная с концепции и заканчивая финальной документацией, испытаниями, запуском в массовое производство и последующей сервисной поддержкой эксплуатации авиационной техники [4].

К наиболее перспективным на текущий момент технологиям цифровизации в авиастроении можно отнести:

- разработку цифровых двойников летательных аппаратов и авиадвигателей, позволяющих планировать эффективное техобслуживание и предотвратить аварии [3, 4];
- проектирование: создание виртуальных моделей самолета для оценки аэродинамических характеристик, прочности конструкций и устойчивости полета;
- производство, в ходе которого производится контроль качества изготовления деталей и узлов, проверка соответствия требованиям стандартов;
- эксплуатация и мониторинг состояния оборудования, прогнозирование отказов и планирование технического обслуживания.

Создание эффективных цифровых двойников сегодня невозможно представить без целого ряда технологических новшеств, ставших доступными в последние годы. Важнейшими направлениями становятся:

– высокопроизводительные вычисления (High Performance Computing, HPC): современные суперкомпьютеры и кластерные системы способны производить огромные объемы расчетов, обеспечивая высокую точность и скорость обработки данных;

– облачные технологии (Cloud Services): хранение больших массивов данных и предоставление доступа к ним в любой точке мира позволяют масштабировать проекты и вовлекать удаленных участников;

– машинное обучение (Machine Learning, ML): алгоритмы искусственного интеллекта помогают анализировать полученные данные и делать выводы относительно возможных отклонений или проблемных зон, создавая эффективные стратегии профилактики поломок;

– интероперабельность данных (Data Interoperability): стандартизация форматов хранения и передачи данных позволяет интегрировать разнородные источники информации и получать целостную картину происходящего внутри сложной системы.

Все эти элементы создают основу для построения высокоточных моделей сложных технических систем, позволяя авиаконструктору уверенно принимать обоснованные инженерные решения даже на ранних стадиях проекта.

Применение технологий цифровой трансформации позволяет говорить о едином информационном поле для взаимодействия КБ и завода по производству авиационной техники. КБ занимается выпуском КД: чертежи, техническая и эксплуатационная документация, протоколы испытаний. После их выпуска, завод может оперативно просматривать такие документы и создавать свои технологические карты для подборки оснастки, необходимых станков и программирования станков с ЧПУ для сборки изделий. При возникновении несоответствий выполняются запросы на доработку КД. Таким образом, все перечисленные операции обрабатываются в общей системе Teamcenter, благодаря которой можно управлять ЖЦ изделия (рис. 1).

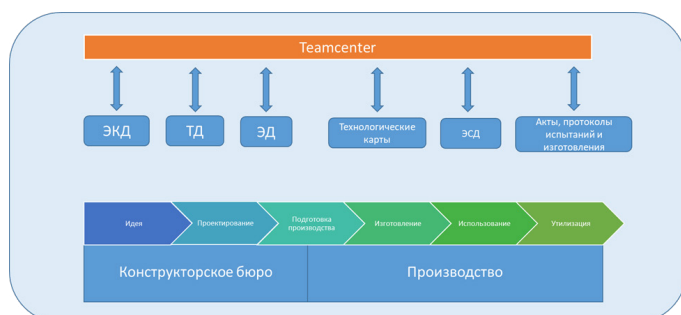


Рис. 1. Оценки результатов обучения и тестирования модели GRU-нейросети

Каждую стадию ЖЦ пронизывают цифровые технологии и инструменты, благодаря которым становится возможным управлять ЖЦ на любой его стадии от проектирования до утилизации.

Представим эту схему в виде бизнес-процесса с входящими и исходящими потоками информации внутри самой системы Teamcenter (рис. 2).

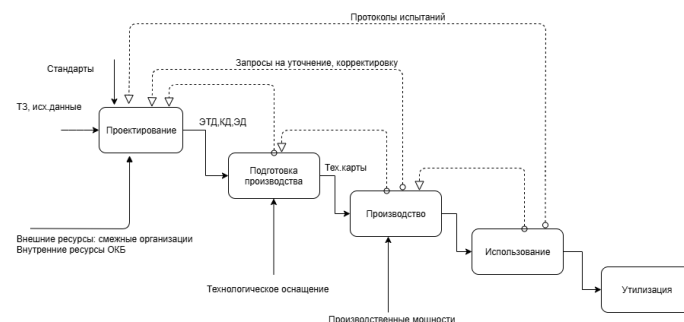


Рис. 2. Схема бизнес-процесса проектирования авиационной техники

Бизнес-процесс хорошо отражает входные и выходные потоки информации. Из схемы видно, что процесс проектирования авиационной техники (АТ) непрерывный. Информационная среда вида PLM (в данном случае Teamcenter) помогает поддерживать этот процесс в актуальном состоянии в любой момент времени. Таким образом, осуществляется поддержание ЖЦ АТ и своевременное реагирование на факторы внешней среды.

С переходом на цифровые чертежи и модели становится возможным состыковать их с технологией виртуальной реальности (VR) и в дальнейшем использовать ее для чтения документации. Использование виртуальной реальности в чтении цифровых чертежей позволяет [12]:

– проводить анализ и обсуждение 3D-чертежей, что повышает точность и безопасность создаваемых объектов, сокращает время от идеи до реализации и экономит денежные средства;

– снижать время на согласование КД (к обсуждению можно подключать удаленные офисы, с которыми в едином виртуальном пространстве можно проводить анализ и обсуждать проект дистанционно);

– выявлять большее количество критических ошибок, что помогает избежать крупных расходов на внесение изменений в изделие на этапе сборки и эксплуатации;

– проводить предварительную подготовку сотрудников, что осуществимо в удаленном режиме, снижает риски возникновения аварийных ситуаций и затраты на обслуживание оборудования;

– кроме того, VR позволяет оценивать размеры и пропорции деталей и сборок, что помогает визуализировать реальные масштабы.

В настоящее время технологии виртуальной и дополненной реальности (VR и AR) играют важную роль в военной сфере, помогая в проектировании и производстве техники, а также в обучении взаимодействию со сложными устройствами, их ремонту и обслуживанию. С их помощью создаются виртуальные пространства для подготовки и тренировок, которые в реальной жизни связаны с высоким уровнем риска.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, можно отметить, что цифровая трансформация представляет собой новый этап в развитии современ-

ных цифровых и организационно-экономических систем, которые активно эволюционируют в XXI веке, способствуя улучшению культуры процессов авиастроения в России.

В текущих условиях отделения заводов от КБ системы типа PLM (в авиастроении – это Teamcenter) просто необходимы для поддержания связей между КБ и производством для управления жизненным циклом авиационной техники.

Рецензент: Бурый Алексей Сергеевич, доктор технических наук, эксперт РАН, заместитель начальника отдела ФГБУ «Институт стандартизации», г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: a.s.burji@gostinfo.ru

Список использованных источников и литературы

1. Горбатенко Е.А. Факторы необходимости цифровой трансформации бизнеса // Форум молодых ученых. 2021. № 7 (59). С. 53–56.
2. Лавренко Е.В., Мечикова М.Н. Цифровая трансформация промышленности: российский и зарубежный опыт // Вестник СИБИТ. 2022. Т. 11, № 1. С. 47–52.
3. Аврамчиков В.М., Тимохович А.С., Рожнов И.П. Цифровая трансформация в авиационной отрасли: возможности и перспективы // Вестник евразийской науки. 2024. Т. 16, № 3. С. 2.
4. Ермаков А.А., Тихонова С.В. Цифровая трансформация в авиационной индустрии // Московский экономический журнал. 2023. Т. 8, № 1. С. 294–304.
5. Дагаева Е.А., Сенин. И.В. Повышение конкурентоспособности транспортной компании в условиях цифровизации экономики // Вестник Таганрогского института управления и экономики. 2021. № 1 (33). С. 52–57.
6. Олейникова И.Н. Электронный платежный оборот в системе направлений развития цифровой экономики // Вестник Таганрогского института управления и экономики. 2017. № 2 (26). С. 7–13.
7. Жигалова О.В. Цифровая трансформация стандартизации как фактор обеспечения экономической безопасности территории // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 6 (81). С. 204–210.
8. Бурый А.С., Слепынцева Л.И. Цифровизация контента документов по стандартизации. Ч. 2. Трансформация данных // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2021. № 6 (64). С. 12–18.
9. Кокова С.Ф., Дышекowa А.А. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты // Журнал прикладных исследований. 2022. Т. 7, № 6. С. 577–585.
10. Ельцов М.Ю. [и др.]. Проектирование в NX под управлением Teamcenter. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 752 с.
11. Шишкин А.В. Концепция формирования цифрового двойника для эксплуатации // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 4 (85). С. 108–113.
12. Алгоритм проектирования VR-приложений для технологических процессов ремонта авиационной техники / К.Т. Кошеков, Ж.Ж. Айнакулов, И.А. Пирманов [и др.] // Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева. 2022. № 3. С. 150–167.

DIGITALIZATION OF DESIGN DOCUMENTATION IN PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT IN AIRCRAFT MANUFACTURING

Obolenskaya E.A., post-graduate student of the Department 1105 «Quality Management and Certification» MAI, Moscow

Odinokov S.A., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, professor of the Department 1105 «Quality Management and Certification» MAI, Moscow

Purpose. To propose an approach to digitalization of design documentation in product lifecycle management using modern digital technologies.

Methods. Accumulation of knowledge from scientific publications on digital transformation and accelerated technological progress in the field of aviation industry.

Results. It is shown that in today's world, digital transformation has become an integral part of economic and social life. The main stages of transition to digital transformation in working with design documentation in aircraft manufacturing are described. Management of the life cycle of aircraft equipment in a digital environment is demonstrated, as well as prospects for the use of current digital technologies are outlined.

Keywords: digitalization, digital transformation, design documentation, life cycle, digital economy.

For citation: Obolenskaya E.A., Odinokov S.A. Digitalization of design documentation in product lifecycle management in aircraft manufacturing. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 5 (86): 117–123. (In Russ.).

References

1. Gorbatenko E.A. Factors of the need for digital transformation of business. Forum of Young Scientists. 2021, no. 7 (59), pp. 53–56.
2. Lavrenko E.V., Mechikova M.N. Digital transformation of industry: Russian and foreign experience. Bulletin of SIBIT. 2022, vol. 11, no. 1, pp. 47–52.
3. Avramchikov V.M., Timokhov A.S., Rozhnov I.P. Digital transformation in the aviation industry: opportunities and prospects. The Eurasian Scientific Journal. 2024, vol. 16, no. 3. P. 2.
4. Ermakov A.A., Tikhonova S.V. Cifrovaya transformatsiya v aviacionnoj industrii. Moskovskij ekonomicheskij zhurnal. 202, vol. 8, no. 1, pp. 294–304.
5. Dagaeva E.A., Senin I.V. Povyshenie konkurentosposobnosti transportnoj kompanii v usloviyah cifrovizatsii ekonomiki. Vestnik Taganrogskogo instituta upravleniya i ekonomiki. 2021, no. 1 (33), pp. 52–57.
6. Olejnikova I.N. Elektronnyj platezhnyj oborot v sisteme napravlenij razvitiya cifrovoj ekonomiki. Vestnik Taganrogskogo instituta upravleniya i ekonomiki. 2017, no. 2 (26), pp. 7–13.
7. Zhigalova O.V. Cifrovaya transformatsiya standartizatsii kak faktor obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti territorii. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2024, no. 6 (81), pp. 204–210.
8. Buryi A.S., Slepnyatseva L.I. Cifrovizatsiya kontenta dokumentov po standartizatsii. Part. 2. Transformatsiya dannyh. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2021, no. 6 (64), pp. 12–18.
9. Kokova S.F., Dysheva A.A. Cifrovaya transformatsiya otraslej: startovye usloviya i priority. Zhurnal prikladnyh issledovanij. 2022, vol. 7, no. 6, pp. 577–585.
10. Eltsov M.Yu., et al. Proektirovanie v NX pod upravleniem Teamcenter. Moscow: DMK Press Publ., 2013, 752 p.
11. Shishkin A.V. Koncepciya formirovaniya cifrovogo dvojnika dlya ekspluatatsii. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2025, no. 4(85), pp. 108–113.
12. Koshekov K.T., Ajnakulov Zh.Zh., Pirmanov I.A., et al. Algoritm proektirovaniya VR-prilozhenij dlya tekhnologicheskikh processov remonta aviacionnoj tekhniki. Vestnik Vostochno-Kazahstanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. D. Serikbaeva. 2022, no. 3, pp. 150–167.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ КРИТЕРИЙ ДИСКРИМИНАЦИИ ЭМПИРИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ

Юдин С.В., д-р техн. наук, профессор, профессор Тульского филиала РЭУ им. Г.В. Плеханова, г. Тула
Этова Е.В., аспирант Тульского филиала РЭУ им. Г.В. Плеханова, г. Тула

Рассмотрена задача дискриминации эмпирических распределений, возникающих при анализе экономических и социологических процессов. Предложено использовать информационно-статистический критерий, основанный на статистике «энтропия». На основании анализа литературы сделан вывод об универсальности этой статистики. Описаны основные понятия математической теории информации, на основе которой были получены расчетные формулы нового критерия и алгоритм процедуры проведения расчетов. На основании данных, полученных при исследовании уровня компетентности сотрудников систем менеджмента качества 46 предприятий, из которых 34 – предприятия АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» (Концерн), а 16 – предприятия Тульской области, построены рейтинги специалистов. Распределение рейтингов показало неудовлетворительную квалификацию сотрудников. Проведен сравнительный анализ рейтингов по трем эмпирическим распределениям, относящимся к данным 2019 и 2024 года по дочерним предприятиям Концерна и данным 2024 года по предприятиям Тульской области. Сравнение было проведено при помощи критерия Колмогорова-Смирнова и разработанного информационного критерия. Показаны идентичность результатов и большее удобство информационного критерия. Отмечена необходимость организации курсов повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов систем менеджмента качества предприятий.

Ключевые слова: информационный критерий дискриминации, энтропия, система менеджмента качества, квалификация сотрудников, повышение квалификации.

Цитирование: Юдин С.В., Этова Е.В. Информационный критерий дискриминации эмпирических распределений // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 5 (86). С. 124–129.

ВВЕДЕНИЕ

В экономике, социологии, технических науках часто используется дискриминантный анализ, который можно определить как раздел многомерного статистического анализа, позволяющий разделить генеральную совокупность на две или более группы по некоторым признакам (критериям) или оценить значимость изменения характеристик групп, проверить однородность выборок. В частности, авторы занимаются анализом систем менеджмента качества предприятий Тульской области и динамикой изменения соответствующих показателей. В работе [1], например, были проведены сравнения эмпирических распределений количества несоответствий по пунктам стандарта ГОСТ Р ИСО 9001–2015, полученных по результатам инспекции двух предприятий (машиностроительного и радиоэлектронного профилей соответственно) АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» (Концерн), для оценки деятельности систем менеджмента качества (СМК). Было выявлено множество несоответствий, для которых были построены эмпирические распределения, упорядоченные по пунктам стандарта. Срав-

нение распределений при помощи критерия Колмогорова-Смирнова [2] показало, что отличие их друг от друга незначимо. Это дает основание утверждать, что выявленные проблемы носят фундаментальный характер.

Это же утверждается в интервью руководителя Росстандарта А.П. Шалаева и главного редактора журнала «Стандарты и качество» Г.П. Воронина [3].

Учитывая важность затрагиваемых вопросов, необходим простой математический аппарат, позволяющий оперативно рассчитать и оценить значимость изменения распределения. В этой связи авторы поставили задачу разработки соответствующего критерия, пригодного для использования специалистами, не имеющими специального математического образования.

Существует большое количество критериев, применяемых при решении задач дискриминации, однако они имеют ряд недостатков, которые снижают их эффективность при наличии нелинейных зависимостей, наличии распределе-

ний, отличных от нормального, и других, что показано в монографии [4]. Там же предложено использовать такую статистику, как энтропия распределения, имеющую минимум ограничений.

Цель исследования: 1) разработать информационный критерий дискриминации эмпирических распределений; 2) провести исследования рейтинга сотрудников СМК Тульских предприятий; 3) провести сравнение распределений рейтинга сотрудников СМК Концерн и предприятий Тульской области при помощи информационного критерия.

КРИТЕРИЙ ДИСКРИМИНАЦИИ

С. Кульбак (Solomon Kullback) в своей фундаментальной монографии «Information Theory and Statistics» [5], переведенной и опубликованной в СССР в 1967 году, показал универсальность математического аппарата теории информации для решения задач математической статистики, проверки статистических оценок и других.

Впервые понятие информации в том смысле, который вкладывается в него в настоящее время, было определено Р.А. Фишером (R.A. Fisher) в его работе 1925 года «Theory of statistical estimation» [6].

Дальнейшее развитие теории информации связано с именами таких ученых, как Клод Шеннон [7], Норберт Винер [8], Натаниэль Мартин и Джеймс Ингланд [9], Лиам Панински [10], Роберт Грей [11], Амос Голан [12], и других.

Монография В.Г. Григоровича и др. [4] показала возможность использования методов теории информации для решения вопросов управления качеством продукции в машиностроении и электронной промышленности.

Рассмотрим основные характеристики математической энтропии.

Энтропия распределения равна математическому ожиданию информации по всем состояниям, т.е.

$$H = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i. \quad (1)$$

Пусть для множества событий вероятности вычислены на основе наблюдений по формуле

$$\hat{p}_i = \frac{k_i}{k}, i = 1 \dots n, \quad (2)$$

где k_i – количество наблюдений события E_i , k – общее количество наблюдений ($k = \sum_{i=1}^n k_i$).

Тогда эмпирическая энтропия будет равна

$$\hat{H} = -\sum_{i=1}^n \hat{p}_i \ln \hat{p}_i. \quad (3)$$

Эмпирическая энтропия имеет нормальное распределение (распределение Гаусса) со следующими характеристиками [4, 13]:

$$M\hat{H} = H; D\hat{H} = \frac{a^2 - H^2}{k}. \quad (4)$$

Здесь $M\hat{H}$ – математическое ожидание (Expected Value (i.e. Mean)) эмпирической энтропии; $D\hat{H}$ – ее дисперсия (Variance).

Параметр a^2 определяется по формуле

$$a^2 = \sum_{i=1}^n p_i \ln^2 p_i. \quad (4)$$

На основе вышеизложенного С.В. Юдин [4, 13] разработал и широко применял при исследовании случайных процессов в машиностроении, электронной промышленности и эконометрии информационный критерий идентификации вида закона распределения.

Он показал, что величина

$$J_c = \frac{h - \hat{H}}{\sqrt{\frac{a^2 - h^2}{k}}}, \quad (6)$$

где

$$\begin{cases} h = -\int_{-\infty}^{\infty} w(x) \ln w(x) dx \\ a^2 = \int_{-\infty}^{\infty} w(x) \ln^2 w(x) dx \end{cases}. \quad (7)$$

Здесь $w(x)$ – нормированная функция плотности вероятностей данного класса распределений.

В нашем случае мы имеем дело не с задачей идентификации закона распределения, а со сравнением эмпирических распределений, возникающих при опросах для определения имеющихся тенденций.

В этой связи нам необходимо использовать не теоретические, предполагаемые параметры распределений, а эмпирические энтропии.

На базе описанного критерия J_c можно составить критерий наличия тенденций

$$T_Y = \frac{\hat{H}_1 - \hat{H}_2}{\sqrt{\frac{\hat{a}_1^2 - \hat{H}_1^2}{k_1} + \frac{\hat{a}_2^2 - \hat{H}_2^2}{k_2}}} . \quad (8)$$

Здесь $\hat{H}_1, \hat{H}_2$ – эмпирические энтропии, вычисленные по формуле (3) на первом и втором этапах исследования соответственно;

$$\hat{a}_m^2 = \sum_{i=1}^{k_m} \hat{p}_{mi} \ln^2 \hat{p}_{mi} . \quad (9)$$

В (12) приняты следующие обозначения: m – номер опроса ($m=1\dots 2$); k_m – общее количество интервалов; $\hat{p}_{mi}$ – оценка вероятности наблюдения i -го варианта в наборе данных с номером m .

Данная величина имеет t -распределение Стьюдента с числом степеней свободы $r = n_1 + n_2 - 2$, где n_1 и n_2 – количество интервалов разбиения интервалов значений выборок.

Функция плотности вероятностей распределения Стьюдента определяется следующим образом:

$$f_k(x) = \frac{\Gamma\left(\frac{k+1}{2}\right)}{\sqrt{\pi k} \Gamma\left(\frac{k}{2}\right)} \left(1 + \frac{x^2}{k}\right)^{-\frac{k+1}{2}} . \quad (10)$$

Гамма-функция $\Gamma(z)$ определяется через несобственный интеграл

$$\Gamma(z) = \int_0^\infty t^{z-1} e^{-t} dt . \quad (11)$$

Пусть задана доверительная вероятность α , тогда критическое значение критерия T_Y можно определить как решение уравнения

$$T_Y(r, \alpha): \int_{-T_Y(r, \alpha)}^{T_Y(r, \alpha)} f_r(x) dx = \alpha . \quad (12)$$

Решение уравнения (12) можно доверить функции СТЬЮДЕНТ.ОБР.2Х (Т.INV.2Т) в MS Excel®.

Если расчетное значение критерия T_Y (11) превосходит табличное (12), то гипотеза о неоднородности подтверждается, в противном случае отвергается.

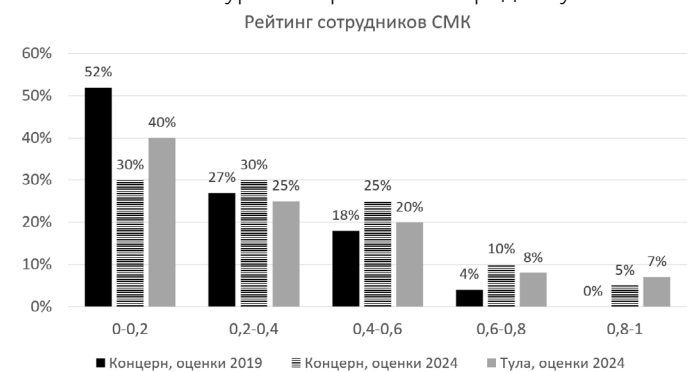
Адекватность, точность и надежность этого критерия обуславливается тем же для информационного критерия J_c , подробно исследованного в работах [4, 13], где было доказано, что он точнее стандартных критериев типа критерия Пирсона χ^2 , требует меньшего объема выборки, имеет более узкие доверительные границы.

АНАЛИЗ КАДРОВОГО СОСТАВА СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

В 2017–2019 гг. в Тульском филиале РЭУ им. Г.В. Плеханова была выполнена НИР «Разработка механизма и методологии инспекционного контроля деятельности ДО Концерна в области обеспечения качества и надежности продукции и эффективности системы управления качеством Концерна», заключенная с АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» [14]. Одной из задач, поставленных заказчиком, была проверка знаний и умений сотрудников СМК. Система оценок была согласована с Департаментом управления качеством Концерна. Оценка «удовлетворительно» ставится при рейтинге 0,4–0,6; «хорошо» – 0,6–0,8; «отлично» – 0,8–1,0.

В октябре 2024 г. Департамент управления качеством того же концерна, предоставил данные за 2024 год. В обоих случаях количество сотрудников составило 200 человек, количество предприятий – 34.

В декабре 2024 г. было проведено исследование рейтинга сотрудников СМК предприятий Тульской области. Анкетирование проводили студенты 4 курса направления «Менеджмент» Тульского филиала РЭУ им. Г.В. Плеханова в рамках выполнения курсовой работы по предмету «Система



Рейтинг сотрудников СМК на предприятиях АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» и предприятиях Тульской области (0 – сотрудник ничего не знает и не умеет; 1 – сотрудник все знает и умеет) (составлен авторами)

менеджмента качества». Общее количество анкет – 56, количество предприятий – 12.

Информация о распределении доли анкетированных с указанным значением рейтинга приведена на рисунке.

Как правило, сравнение двух эмпирических распределений осуществляется на основе критерия Колмогорова-Смирнова λ [2]. Значение этого критерия вычисляется по следующей формуле:

$$\lambda_{\text{эмп}} = d_{\text{max}} \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}} . \quad (13)$$

Здесь $\lambda_{\text{эмп}}$ – значение критерия Колмогорова-Смирнова; d_{max} – максимальное значение разности вероятностей (частот) по всем интервалам; n_1, n_2 – объемы исследуемых выборок.

Расчеты проводим для уровня значимости $\alpha = 0,05$. Критическое значение статистики Колмогорова-Смирнова $\lambda_{\text{кр}} = 1,36$. Исходные данные приведены в табл. 1 (сравнение распределений по данным, полученным в Концерне за 2019 и 2024 годы).

Максимальное значение разности долей $d_{\text{max}} = 0,22$. Рассчитанное значение критерия Колмогорова-Смирнова $\lambda = 2,2$. Эта величина превышает критическое значение $\lambda_{\text{кр}} = 1,36$. Таким образом, возможно сделать вывод о значимом отличии двух распределений.

Таблица 1
Сравнение распределений рейтинга сотрудников
Концерна в 2019 г. и 2024 г.

Диапазон оценок рейтинга	Доля сотрудников с указанным рейтингом		Разность долей
	Концерн, 2019 г.	Концерн, 2024 г.	
0–0,2	0,52	0,30	0,220
0,2–0,4	0,27	0,30	0,030
0,4–0,6	0,18	0,25	0,070
0,6–0,8	0,04	0,10	0,060
0,8–1	0,00	0,05	0,050

В табл. 2 приведены сравнения по данным, полученным в Концерне в 2024 г., и данным тульских предприятий.

Таблица 2
Сравнение распределений рейтинга сотрудников
Концерна и тульских предприятий в 2024 г.

Диапазон оценок рейтинга	Доля сотрудников с указанным рейтингом		Разность долей
	Концерн, 2024 г.	Тула, 2024 г.	
0–0,2	0,30	0,40	0,100
0,2–0,4	0,30	0,25	0,050
0,4–0,6	0,25	0,20	0,050
0,6–0,8	0,10	0,08	0,020
0,8–1	0,05	0,07	0,020

Максимальное значение разности долей $d_{\text{max}} = 0,10$. Рассчитанное значение критерия Колмогорова-Смирнова $\lambda = 0,66$. Эта величина меньше, чем критическое значение $\lambda_{\text{кр}} = 1,36$. Таким образом, возможно сделать вывод о незначимом различии двух распределений.

Рассмотрим решение этой же задачи при помощи информационного критерия T_y . Расчеты были проведены по формулам (6), (8), (11). Результаты сведены в табл. 3.

Таблица 3
Расчеты энтропийных параметров

	Концерн, оценки 2019	Концерн, оценки 2024	Тула, оценки 2024
Энтропия H	1,13	1,30	1,24
Параметр a^2	1,63	1,88	1,84
Объем выборки n	200,00	200,00	56,00

Значение критерия T_y для первых двух распределений равен $T_y = -5,91$.

То же для второго и третьего распределений: $T_y = 0,31$.

Критическое значение двустороннего распределения Стьюдента для уровня значимости $\alpha = 0,05$ и числа степеней свободы $k=8$ равно $t_{\text{крит}} = 2,31$.

Таким образом, оба метода дают идентичные результаты, т.е. отличие эмпирических распределений данных по Концерну 2019 и 2024 годов является значимым, в то время как отличие эмпирических распределений по данным 2024 года Концерна и Тулы является статистически незначимым.

Значимость изменения эмпирического распределения для Концерна можно объяснить кампанией повышения квалификации и профессиональной переподготовки сотрудников СМК предприятий. Тем не менее, общий уровень квалификации остался неудовлетворительным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований можно сделать вывод о том, что информационно-статистический подход, основанный на статистике «энтропия», является универсальным. На его основе был предложен информационный критерий дискриминации T_y .

Проверка критерия T_y была проведена на реальных данных, полученных при исследовании предприятий АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» и Тульской области. На основе этих данных можно сделать вывод о том, что реальная квалификация сотрудников СМК является недопустимо низкой.

Проведено сравнение результатов, полученных при помощи критерия Колмогорова-Смирнова λ и информационного критерия T_Y . Показано, что они дали идентичные результаты, что дает возможность использовать критерий T_Y для решения задач дискриминации, при этом информационный критерий, имеющий распределение Стюдента, более удобен для использования.

Можно отметить, что кампания повышения квалификации и профессиональной переподготовки сотрудников СМК предприятий Концерна дала некоторый результат. Есть ос-

нование полагать, что положение со временем улучшится, поскольку эти курсы возобновлены в учебном центре Концерна АНО ДПО «НОЦ ВКО «Алмаз – Антей».

Рецензент: Будкин Юрий Валерьевич, доктор технических наук, доцент, советник генерального директора, директор научного центра ФГБУ «Институт стандартизации», г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: y.v.budkin@gostinfo.ru

Список использованных источников и литературы

1. Юдин С.В., Кузнецов Г.В. Оценка компетентности сотрудников систем менеджмента качества и программы повышения квалификации // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 6 (81). С. 176–180.
2. Смирнов Н.В. Оценка расхождения между эмпирическими кривыми распределения в двух независимых выборках // Бюллетень МГУ. 1939 Т. 2, № 2. С. 3–14.
3. Шалаев А.П., Воронин Г.П., Киселева Т.В. Стандарты – для качества жизни и устойчивого роста экономики // Стандарты и качество. 2025. № 3. С. 12–21.
4. Информационные методы в управлении качеством / В.Г. Григорович, С.В. Юдин, Н.О. Козлова, В.В. Шильдин; под общ. ред. В.Г. Григоровича. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2001. – 208 с.
5. Кульбак С. Теория информации и статистика. – М.: Наука, 1967. – 408 с.
6. Фишер Р.А. Статистические методы для исследователей. – М.: Госстатиздат, 1958. – 267 с.
7. Шеннон К. Э. Математическая теория связи // Работы по теории информации и кибернетике / Пер. С. Карпова. – М.: ИИЛ, 1963. – 830 с.
8. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. 1948–1961. – 2-е издание. – М.: Наука; Главная редакция изданий для зарубежных стран, 1983. – 344 с.
9. Математическая теория энтропии / Н. Мартин, Дж. Ингленд; Пер. с англ. В. А. Каймановича; Под ред. [и с предисл.] А.М. Вершика. – Москва : Мир, 1988. – 350 с.
10. Paninski L., Estimation of entropy and mutual information // Neural computation. 2003. Т.15, № 6. С.1191–1253.
11. Robert M. Gray, Entropy and Information Theory. Springer, New York. 2011. DOI: 10.1007/978-1-4419-7970-4
12. Golan A. Information and Entropy Econometrics – A Review and Synthesis, Foundations and Trends® in Econometrics. 2008. Vol 2, no. 1–2, pp. 1–145.
13. Yudin S. The informational criterion of identification of the distribution law // Modern European Researches. 2015. № 4. С. 133–137.
14. Разработка (актуализация) и верификация нормативных и методических документов инспекционной деятельности; Выработка рекомендаций по повышению эффективности системы управления качеством продукции и надежностью технологических систем (применительно к уровням управления качеством в интегрированной системе): Разработка механизма и методологии инспекционного контроля деятельности ДО Концерна в области обеспечения качества и надежности продукции и эффективности системы управления качеством Концерна : отчет о НИР (окончательный) / Тульский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова; рук. С.В. Юдин. – Тула: 2019. – 285 с. – № ГР АААА-А17-117110970026-5).

INFORMATION CRITERION FOR DISCRIMINATION OF EMPIRICAL DISTRIBUTIONS

Yudin S.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Tula Branch of Plekhanov Russian University of Economics, Tula

Etova E.V., postgraduate student at the Tula Branch of Plekhanov Russian University of Economics, Tula

The study addresses the challenge of discriminating between empirical distributions encountered in the analysis of economic and sociological processes. An information-statistical criterion based on entropy statistics is proposed for this purpose. An analysis of existing literature confirms the universality of these statistics. The paper outlines the fundamental concepts of mathematical information theory, which serve as the basis for the derivation of computational formulas for the new criterion and the development of a corresponding calculation algorithm. The method is applied to assess the competency levels of quality management system (QMS) personnel across 46 enterprises: 34 enterprises belonging to JSC Concern VKO Almaz-Antey and 16 enterprises from the Tula region. Rating distributions revealed insufficient qualification levels among employees. A comparative analysis was conducted using three empirical datasets: 2019 data for subsidiaries of the Concern, 2024 data for the same subsidiaries, 2024 data for Tula region enterprises. The analysis employed the Kolmogorov-Smirnov test and the newly developed information criterion. Both criteria produced consistent results but the information criterion demonstrated greater practicality. The study highlights the need for: advanced training programs and professional retraining courses for QMS specialists.

Keywords: information criterion of discrimination, entropy, quality management system, employee qualifications, professional development.

For citation: Yudin S.V., Etova E.V. Information criterion for discrimination of empirical distributions. Information and Economic aspects of standardization and technical regulation. 2025. 5 (86): 124–129. (In Russ.).

References

1. Yudin S.V., Kuznecov G.V. Ocenka kompetentnosti sotrudnikov sistem menedzhmenta kachestva i programmy` povы`sheniya kvalifikatsii. Informatsionno-e`konomicheskie aspekty` standartizatsii i texnicheskogo regulirovaniya. 2024. No. 6 (81), pp. 176–180.
2. Smirnov N.V. Ocenka rasxozhdeniya mezhdru e`mpiricheskimi krivy`mi raspredeleniya v dvux nezavisimy`x vy`borkax. Byulleten` MGU, 1939. Vol. 2. No. 2, pp. 3–14.
3. Shalayev A.P., Voronin G.P., Kiseleva T.V. Standarty – dlya kachestva zhizni i ustoychivogo rosta ekonomiki. Standarty i kachestvo. 2025. No. 3, pp. 12–21.
4. Informatsionny`e metody` v upravlenii kachestvom: V.G. Grigorovich, S.V. Yudin, N.O. Kozlova, V.V. Shildin. Moscow: RIA “Standarty` i kachestvo”, 2001, 208 p.
5. Kullback S. Information Theory and Statistics. Glouchester, Mass. Peter Smith, 1978, 399 p.
6. Fisher R.A. Statisticheskie metody` dlya issledovatelej. Moscow: Gosstatizdat, 1958, 267 p.
7. Shannon K. E. Matematicheskaya teoriya svyazi. Raboty` po teorii informatsii i kibernetike. – M.: IIL Publ., 1963, 830 p.
8. Viner N. Kibernetika, ili upravlenie i svyaz` v zhivotnom i mashine. 1948–1961: 2-nd ed. Moscow: Nauka; Glavnaya redaktsiya izdanij dlya zarubezhny`x stran, 1983, 344 p.
9. Martin N., England J.W. Mathematical Theory of Entropy (Encyclopedia of Mathematics and its Applications Book 12). Cambridge University Press, 1984, 286 p.
10. Paninski L., Estimation of entropy and mutual information. Neural computation. 2003. Vol.15. No. 6, pp. 1191–1253.
11. Robert M. Gray, Entropy and Information Theory. Springer, New York, 2011. DOI: 10.1007/978-1-4419-7970-4
12. Golan A. Information and Entropy Econometrics – A Review and Synthesis, Foundations and Trends® in Econometrics, 2008. Vol. 2. No. 1–2, pp. 1–145.
13. Yudin S. The informational criterion of identification of the distribution law. Modern European Researches, 2015. No. 4, pp. 133–137.
14. Razrabotka (aktualizatsiya) i verifikatsiya normativny`x i metodicheskix dokumentov inspektsionnoj deyatel`nosti; Vy`rabotka rekomendatsij po povы`sheniyu e`ffektivnosti sistemy` upravleniya kachestvom produktsii i nadezhnost`yu texnologicheskix sistem (primenitel`no k urovnyam upravleniya kachestvom v integrirovannoy sisteme) : Razrabotka mexanizma i metodologii inspektsionnogo kontrolya deyatel`nosti DO Konkerna v oblasti obespecheniya kachestva i nadezhnosti produktsii i e`ffektivnosti sistemy` upravleniya kachestvom Konkerna : otchet o NIR (okonchatel`ny`j): Tul`skij filial RE`U im. G.V. Plexanova; ruk. S.V. Yudin. Tula, 2019, 285 p. – No. GR AAAA-A17-117110970026-5).

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 № ЛО35-00115-77/00097284
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