

Для цитирования

Мусина Г.Р. Разработка концепции модуля постпроизводственного мониторинга в составе информационной системы управления производством предприятия по промышленному производству бытовой техники / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 573–580.

УДК 658.562:004

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ МОДУЛЯ ПОСТПРОИЗВОДСТВЕННОГО МОНИТОРИНГА В СОСТАВЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОМЫШЛЕННОМУ ПРОИЗВОДСТВУ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ

Мусина Г.Р., аспирант кафедры логистики и управления, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань

В статье рассматривается дефицит цифровых решений на этапе эксплуатации изделий. Исследованы ограничения применения CALS-технологий. В рамках статьи предложена модель систематизации дефектов в логике жизненного цикла изделия, которая отличается от существующих моделей тем, что включает потоковый аналитический модуль мониторинга с возможностями предиктивной обработки информации. Это обеспечивает своевременное выявление повторяющихся дефектов и способствует построению адаптивной системы корректирующих воздействий, основанной на анализе причин отклонений. Предлагаемый план внедрения цифровых технологий адаптирован под инфраструктуру предприятий промышленного производства бытовой техники и учитывает специфику технологического процесса. Он может быть использован как типовое решение для машиностроительных предприятий, ориентированных на улучшение качества продукции и оптимизацию производственных процессов. Модель легко масштабируется и интегрируется в существующие информационные системы управления производством предприятия.

Ключевые слова: цифровизация процессов мониторинга качества, цифровизация, дефект, мониторинг, жизненный цикл изделия.

DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF A POST-MONITORING MODULE AS PART OF THE INFORMATION SYSTEM FOR MANAGING PRODUCTION AT A HOUSEHOLD APPLIANCE MANUFACTURING ENTERPRISE

Musina Gulnaz, Post-graduate student Department of Logistics and Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education KNRTU, Kazan

The article discusses the lack of digital solutions at the product operation stage. The limitations of CALS-technologies are investigated. The article proposes a model for systematizing defects in the product lifecycle logic, which differs from existing models in that it includes a streaming analytical monitoring module with predictive information processing capabilities. This ensures the timely detection of recurring defects and facilitates the construction of an adaptive system of corrective actions based on the analysis of the causes of deviations. The proposed plan for implementing digital technologies is adapted to the infrastructure of industrial enterprises producing household appliances and takes into account the specifics of the technological process. It can be used as a typical solution for engineering enterprises focused on improving product quality and optimizing production processes. The model is easily scalable and integrates into existing enterprise production management information systems.

Keywords: digitalization of quality monitoring processes, digitalization, defect, monitoring, product lifecycle.

Введение

Анализ доклада Минпромторга России «Цифровая трансформация промышленности» (2023) показывает, что свыше 70% предприятий оборонно-промышленного комплекса испытывают дефицит цифровых решений в области контроля качества, особенно на этапах эксплуатации изделий. Это критически важно, поскольку значительная часть дефектов, особенно в высокотехнологичных отраслях, проявляется после ввода продукции в эксплуатацию. Так, по данным статистических исследований (2020–2024 гг.), более 16% дефектов фиксируется в первый год использования и связано с утечками хладагента, тогда как иные дефекты проявляются лишь спустя несколько лет [2].

1. Организация мониторинга качества на предприятии промышленного производства бытовой техники

Несмотря на наличие CALS-инструментов, их использование ограничено преимущественно стадиями производства и поставки. Согласно данным Ассоциации разработчиков и пользователей CALS-технологий (2024) только 18% предприятий применяют цифровые решения на стадии эксплуатации [3], что указывает на разрыв в цифровом сопровождении жизненного цикла продукции.

Это позволяет повысить прослеживаемость технологических решений, обеспечить обратную связь с этапами проектирования и улучшить точность ретроспективного анализа дефектов [4].

В рамках исследования проведем оценку уровня эффективности производственных процессов мониторинга качества на предприятии промышленного производства бытовой техники.

Для оценки уровня эффективности производственных процессов мониторинга качества необходимо определить основные показатели работы системы мониторинга качества на предприятии [5].

Деятельность по оценке качества продукции на предприятии промышленного производства бытовой техники регламентирована многочисленными инструкциями и изложена в следующих документах:

- декларация производственной системы;
- правила управления производственной системой;
- дорожная карта развития производственной системы.

Указанные документы устанавливают требования к организации и функционированию системы управления качеством продукции на предприятии.

Стандартная операционная карта – это пошаговое описание последовательности операций, включающее в себя [6]:

- требования по безопасности;
- хронометраж времени;
- порядок продвижения оператора по участку;
- ключевые действия, имеющие особое значение (они выделяются специальными символами);
- критически важные шаги с точки зрения технологии выполнения операции.

В стандартной операционной карте также должна быть указана информация об используемом инструменте, приспособлениях и комплектующих, необходимых для выполнения каждой операции на производстве [7].

В рамках постпроизводственного мониторинга на предприятии промышленного производства бытовой техники реализуется цепочка от сборки и испытаний до автоматизированной генерации KPI и отчетности. Далее информация сохраняется в централизованной БД, где используется для построения дашбордов по уровню дефектности, повторяемости отклонений и времени реагирования.

Такой подход обеспечивает высокую скорость обработки данных и формирует базу для корректировки технологических карт и маршрутных листов. Показатели, формируемые в ERP

(например, SAP или 1C:ERP), становятся ключевыми метриками в BI-среде: Defect Rate, Time to Resolution, Traceability Index.

Лист стандартной операционной карты подписывается руководством каждого производственного подразделения, начальником технологической службы по каждому подразделению производственного процесса и технологом производственного участка по каждому направлению, а также старшим мастером участка. Все стандартные операционные карты в электронном виде хранятся в едином месторасположении в локальной сети предприятия.

В состав деятельности по контролю качества продукции на предприятии входят следующие процессы:

Первое – принятие предложений по улучшению.

Предложение по улучшению – это инициатива, направленная на улучшение качества производственного процесса, условий труда, влияющих на производительность и качество выпускаемой продукции/услуг, экономию материальных и энергетических ресурсов, улучшение экологической ситуации [11].

На рис. 1 представлена схема причин дефектов изделий на предприятии промышленного производства бытовой техники.

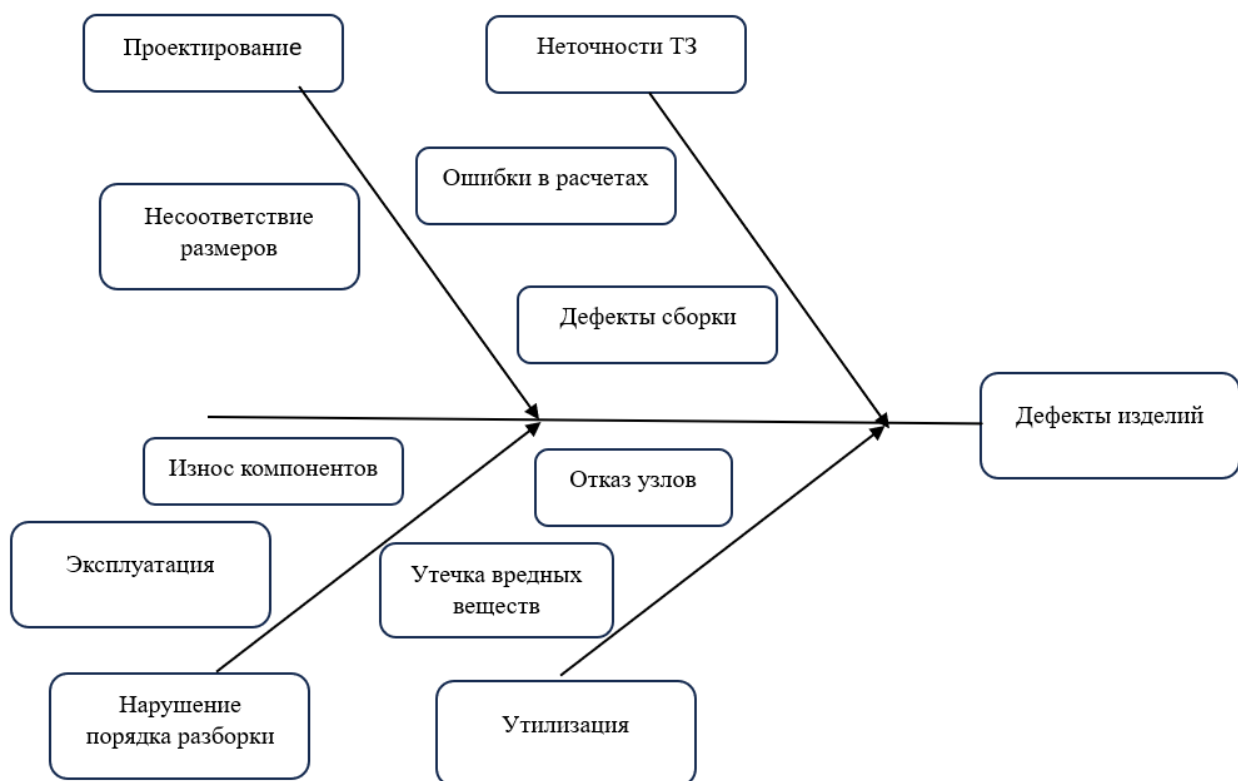


Рис. 1. Диаграмма Исикавы причин дефектов изделий на предприятии промышленного производства бытовой техники

Рассмотрим структуру дефектов за 5 лет, представленную на рис. 2.



Рис. 2. Структура дефектов промышленного производства бытовой техники по ретроспективному анализу за 5 лет

По результатам проведенного исследования можно сказать, что на предприятии промышленного производства бытовой техники внедрена и эффективно реализуется система мониторинга качества продукции на всех этапах ее жизненного цикла – от планирования до завершения реализации. На предприятии четко описаны и стандартизированы все этапы мониторинга качества. Однако изучение данного процесса показало, что отсутствует полноценный производственный контроль качества, который мог бы оптимизировать множество производственных процессов и сократить уровень брака.

Таким образом, производственный контроль пайки на предприятии промышленного производства бытовой техники осуществляется поэтапно, с использованием стандартизированных карт операций, приборов неразрушающего мониторинга и цифровых систем учета.

Представим модель текущего состояния в нотации IDEF0

A0: Контроль качества продукции

Управление: техническая документация, нормативы качества

Механизмы: производственный персонал, отдел контроля качества

Вход: конструкторская документация, произведенная продукция

Выход: информация о браке, исправленные изделия, данные о дефектах у потребителя

Декомпозиция A0:

A1: Проектирование

→ A2: Производство

→ A3: Контроль на предприятии

Выход: выявленный брак

→ A4: Отгрузка продукции

→ A5: Эксплуатация изделия

→ A6: Выявление дефектов у потребителей

→ A7: Исправление дефектов

Модель текущего состояния представлена автором на рис. 3 в нотации IDEF0.

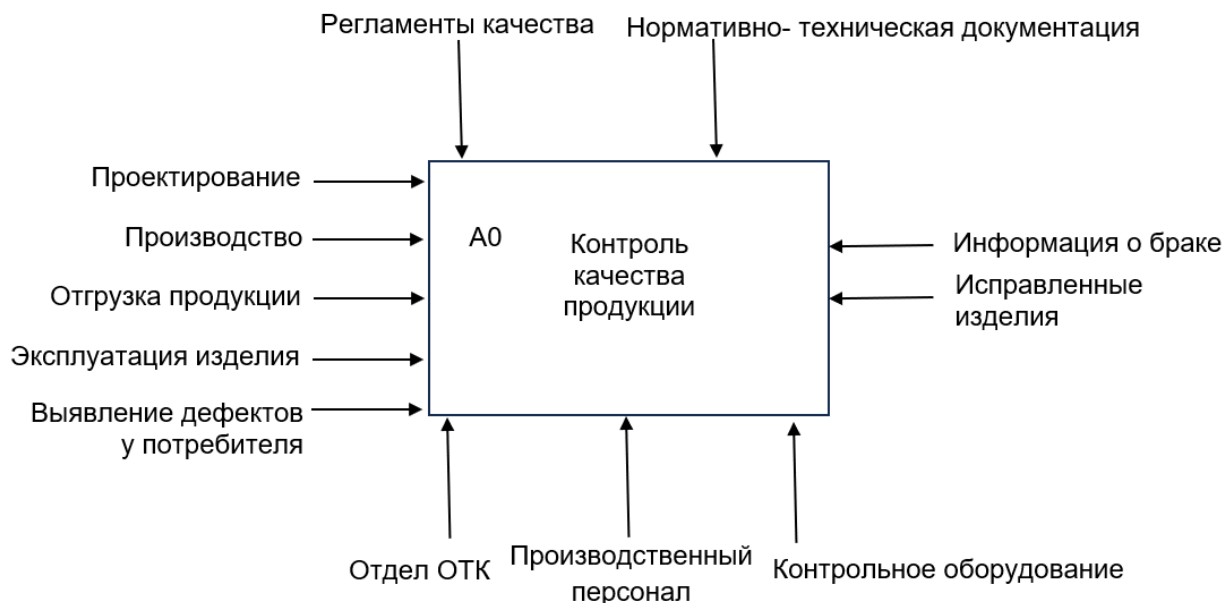


Рис. 3. Текущее состояние системы контроля качества – в нотации IDEF0

2. Модель постпроизводственного мониторинга в составе интегрированной системы управления предприятием (ИСУП)

Для повышения эффективности системы управления качеством на предприятии промышленного производства бытовой техники предлагается внедрение дополнительного модуля постпроизводственного мониторинга в состав интегрированной системы управления предприятием (ИСУП). Основная цель такого модуля – обеспечить цифровую обратную связь на основе фактических данных о дефектах, выявленных после завершения ключевых операций пайки. Это позволит перейти от реактивного к проактивному управлению качеством, с акцентом на предотвращении повторяемых ошибок и повышении устойчивости производственных процессов.

A0: Совершенствованный контроль качества продукции

Управление: расширенные стандарты качества, нормативные акты, цифровые регламенты

Механизмы: производственный персонал, отдел ОТК, модуль мониторинга, ИТ-система

Вход: конструкторская документация, произведенная продукция

Выход: актуализированные данные мониторинга, предупреждение брака, устраненные дефекты.

Декомпозиция A0:

→ A1: Проектирование;

→ A2: Производство;

→ A3: Контроль на предприятии.

Выход: выявленный брак.

→ A4: Отгрузка продукции;

→ A5: Эксплуатация изделия;

→ A6: Модуль постпроизводственного мониторинга;

→ A7: Выявление дефектов у потребителей;

→ A8: Исправление дефектов.

Модель предлагаемого состояния, разработанная автором, представлена на рис. 4 в нотации IDEF0.

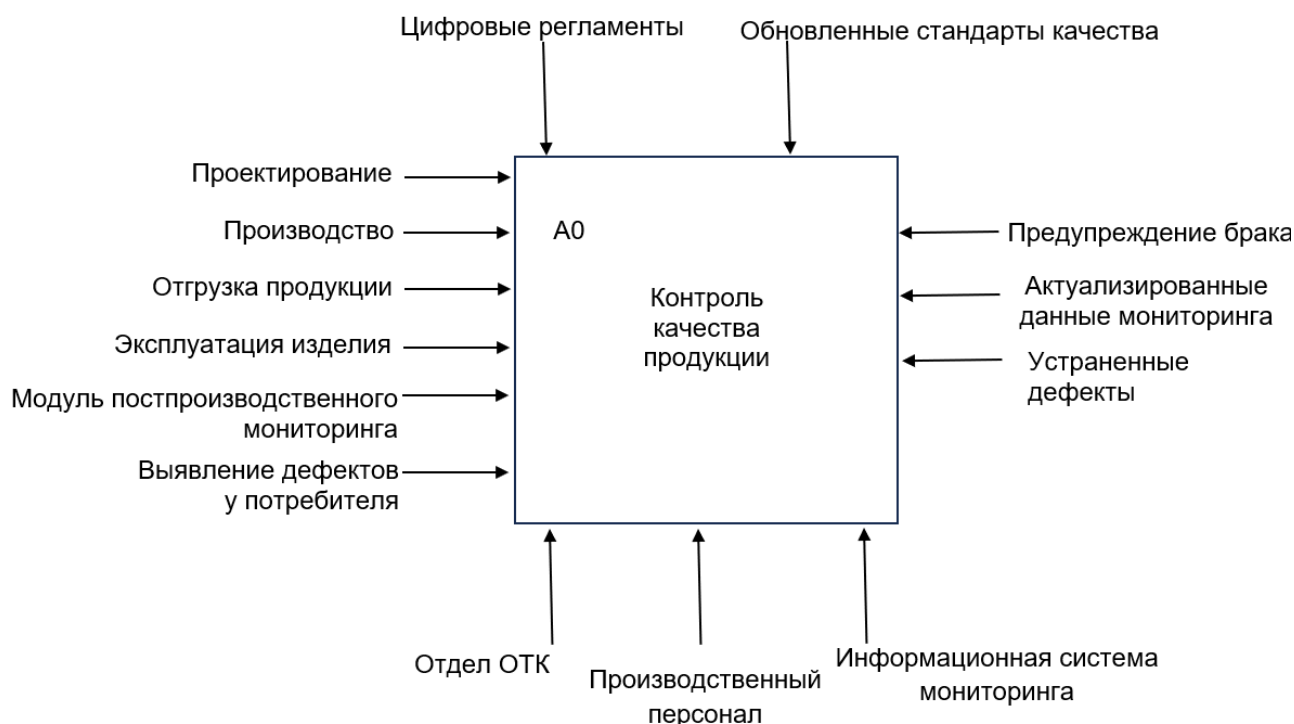


Рис. 4. Модель проектируемого состояния – в нотации IDEF0

Для оценки эффективности функционирования системы контроля качества продукции были разработаны две функциональные модели в нотации IDEF0 – текущая модель и предлагаемая усовершенствованная модель. Представим описание отличий между ними по четырем ключевым составляющим: входам, выходам, управляющим воздействиям и механизмам реализации процесса. Автором предлагается трактовка входов данного процесса, представленная в табл. 1.

Таблица 1

Входы процесса

Элемент	Текущее состояние	Предлагаемое состояние
Базовые этапы	Проектирование, Производство, Отгрузка, Эксплуатация	Те же
Добавление	—	Модуль постпроизводственного мониторинга
Комментарий	Отсутствует возможность системного сбора данных после отгрузки	Интеграция мониторинга как структурного элемента процесса

В предлагаемой модели добавлен новый значимый вход, ориентированный на проактивное отслеживание дефектов после передачи продукции потребителю, что повышает гибкость и полноту системы контроля. Выходы процесса, предложенные автором представлены в табл. 2.

Таблица 2

Выходы процесса

Элемент	Текущее состояние	Предлагаемое состояние
Основные выходы	Информация о браке, Исправленные изделия	Предупреждение брака, Актуализированные данные мониторинга, Устраненные дефекты
Комментарий	Ретроспективный характер реагирования	Появляется возможность превентивной диагностики и активного управления качеством

Количество и глубина выходной информации значительно увеличиваются, акцент смещается с устранения последствий на предупреждение возникновения дефектов. Предлагаемое автором состояние контролирующего процесса представлено в табл. 3.

Таблица 3

Контролирующие воздействия

Элемент	Текущее состояние	Предлагаемое состояние
Тип управления	Нормативно-техническая документация, Регламенты качества	Обновленные стандарты качества, Цифровые регламенты
Комментарий	Используются бумажные нормативы	Цифровая среда управления, быстрая адаптация изменений

Предлагаемый подход демонстрирует цифровизацию нормативной базы, что способствует более гибкому управлению процессами и соответствию современным требованиям стандартизации.

В рамках предлагаемого решения система постпроизводственного мониторинга будет интегрироваться с уже существующими цифровыми платформами предприятия: MES 1C, ERP 1C:ERP, а также PLM-системами Windchill или Teamcenter.

Таким образом, предлагается расширить ИСУП предприятия промышленного производства бытовой техники путем добавления модуля постпроизводственного мониторинга, синхронизирующего данные с:

- MES 1C: первичный контроль и фиксация пайки.
- PLM Windchill / Teamcenter: хранение параметров пайки, Стандартная операционная карта, карты дефектов.
- ERP 1C:ERP: управление корректирующими действиями, ресурсами и сменами.
- BI Qlik / Power BI: визуализация метрик, формирование предиктивных дашбордов.

Данный модуль обеспечит циклическую обратную связь: от выявления дефекта – к обновлению технологических регламентов и операционной документации, формируя замкнутый контур качества пайки на предприятии.

Разработка модуля постпроизводственного мониторинга в составе ИСУП предприятия промышленного производства бытовой техники непосредственно сопрягается с общей системой управления качеством (СУК), выступая как ее цифровой инструмент оперативной обратной связи и принятия корректирующих мер. Включение модуля **постпроизводственного мониторинга** в систему управления качеством не только замыкает цикл PDCA (Plan–Do–Check–Act), но и формирует предпосылки для перехода от линейного к циклическому управлению качеством на основе объективных цифровых данных.

Программное обеспечение: BI-аналитика (Qlik/Power BI), ERP (управление задачами и ресурсами), PLM (обновление стандартной операционной карты), ЕСМ-системы.

Результаты корректирующих действий интегрируются обратно в производственный цикл, обеспечивая постоянное улучшение процессов.

Программное обеспечение: MES 1C (реализация изменений), ERP (планирование корректировок), PLM/ЕСМ (фиксирование обновлений документации).

Заключение

Разработанная модель постпроизводственного мониторинга качества на предприятии промышленного производства бытовой техники основывается на принципе непрерывной обратной связи между этапами пайки и итоговыми испытаниями, что позволяет реализовать полноценный замкнутый контур управления качеством. В рамках данной схемы определены ключевые функциональные блоки, каждый из которых сопровождается применением соответствующих цифровых решений.

Данный модуль обеспечит циклическую обратную связь: от выявления дефекта – к обновлению технологических регламентов и операционной документации, формируя замкнутый контур качества пайки на предприятии.

Разработка модуля постпроизводственного мониторинга в составе ИСУП предприятия промышленного производства бытовой техники непосредственно сопрягается с общей системой управления качеством (СУК), выступая как ее цифровой инструмент оперативной обратной связи и принятия корректирующих мер. Включение модуля **постпроизводственного мониторинга** в систему управления качеством не только замыкает цикл PDCA (Plan–Do–Check–Act), но и формирует предпосылки для перехода от линейного к циклическому управлению качеством на основе объективных цифровых данных.

На основе собранных данных формируются корректирующие мероприятия, направленные на устранение первопричин дефектов.

Список литературы

1. Мусина Г.Р. Цифровое моделирование и мониторинг в CALS-управлении изделием // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2025. – № 5 (86).
2. Дудка В.Д. Менеджмент качества в области высокотехнологичных производств / В.Д. Дудка. – М.: Финансы и кредит, 2023. – 238 с.
3. Хакимуллина А.Р., Козлова А.Т. Управление качеством в организациях авиационной отрасли в эпоху Индустрии 4.0 // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2021. – № 4(62). С. 4–8.
4. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии – М.: Изд-во ЮНИТИ, 2024. – 58 с.
5. Спицнадель В.Н. Системы качества (в соответствии с международными стандартами ISO 9000. – СПб.: Издательский дом «Бизнес-пресса», 2023. – 121 с.
6. Кондратьев С.А. Цифровой двойник в промышленности: концепция, методы, примеры. – М.: Инфра-Инженерия, 2021. – 248 с. ISBN: 978-5-9729-0532-0.
7. ГОСТ 3.1109–82. Единая система технологической документации (ЕСТД). Технологические процессы. Общие требования к содержанию и оформлению документов. – Введ. 1983-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1982. – 18 с.
8. ГОСТ 3.1121–84. Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления технологических документов. – Введ. 1985-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1984. – 24 с.
9. Пантюхин О.В. Разработка методологии управления качеством продукции ответственного назначения на основе цифровых двойников технологических процессов и изделий: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Самара: ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», 2021. – 272 с.

References

1. Musina G.R. (2025). Digital Modeling and Monitoring in CALS Product Management. *Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation*, No. 5 (86).
2. Dudka V.D. (2023). *Quality Management in High-Tech Industries*. Moscow: Finance and Credit. 238 p.
3. Khakimullina A.R., & Kozlova A.T. (2021). Quality Management in the Aviation Industry Organizations in the Era of Industry 4.0. *Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation*, No. 4 (62), pp. 4–8.
4. Krylova G.D. (2024). *Fundamentals of Standardization, Certification, and Metrology*. Moscow: UNITY. 58 p.
5. Spitsnadel V.N. (2023). *Quality Systems (According to International ISO 9000 Standards)*. Saint Petersburg: Business Press Publishing House. 121 p.
6. Kondratiev S.A. (2021). *Digital Twin in Industry: Concept, Methods, Examples*. Moscow: Infra-Engineering. 248 p. ISBN 978-5-9729-0532-0.
7. GOST 3.1109–82. Unified System for Technological Documentation (ESTD). Technological Processes. General Requirements for the Content and Design of Documents. Introduced 01.01.1983. Moscow: Standards Publishing House, 1982. 18 p.
8. GOST 3.1121–84. Unified System for Technological Documentation (ESTD). Forms and Rules for the Design of Technological Documents. Introduced 01.01.1985. Moscow: Standards Publishing House, 1984. 24 p.
9. Pantyukhin O.V. (2021). *Development of a Methodology for Quality Management of Critical Products Based on Digital Twins of Technological Processes and Products (on the Example of High-Efficiency Cartridge Cases Manufacturing)*. Doctor of Technical Sciences Abstract. Samara: Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev. 272 p.