

ЦИФРОВОЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОДУКЦИИ

Е. К. Савич

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королева, г. Самара

В данной статье проведено исследование процессов цифровизации системы менеджмента качества на промышленных предприятиях путем разработки и внедрения специализированного цифрового инструментария, предназначенного для управления качеством на различных этапах жизненного цикла продукции. Разработанный цифровой инструментарий представляет собой комплекс интегрированных сервисов и программных модулей, обеспечивающих автоматизацию и оптимизацию ключевых процессов контроля и управления качеством. В рамках исследования предложена структурная модель цифрового инструментария, детализирован перечень необходимых цифровых инструментов, а также обоснована их значимость для повышения эффективности функционирования предприятий в условиях цифровой трансформации.

Ключевые слова: цифровая платформа, цифровой инструментарий, управление качеством, система менеджмента качества, бизнес-процессы, жизненный цикл продукции.

Для цитирования: Савич Е. К. Цифровой инструментарий управления качеством на этапах жизненного цикла продукции // Омский научный вестник. 2025. № 3 (195). С. 19–26. DOI: 10.25206/1813-8225-2025-195-19-26. EDN: DIANIA.



© Савич Е. К., 2025.
Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

DIGITAL QUALITY MANAGEMENT TOOLKIT AT PRODUCT LIFECYCLE STAGES

E. K. Savich

Samara National Research University, Samara, Russia

This article studies the processes of digitalization of the quality management system at industrial enterprises by developing and implementing specialized digital tools designed to manage quality at various stages of the product life cycle. The developed digital toolkit is a set of integrated services and software modules that provide automation and optimization of key quality control and management processes. As part of the study, a structural model of digital tools is proposed, a list of necessary digital tools is detailed, and their significance is justified to increase the efficiency of enterprises in the context of digital transformation.

Keywords: digital platform, digital tools, quality management, quality management system, business processes, product life cycle.

For citation: Savich E. K. Digital quality management toolkit at product lifecycle stages. *Omsk Scientific Bulletin*. 2025. No. 3 (195). P. 19–26. DOI: 10.25206/1813-8225-2025-195-19-26. EDN: DIANIA.



© Savich E. K., 2025.
The content is available under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Введение

В условиях быстро меняющегося рынка и стремительного развития технологий цифровизация системы менеджмента качества становится неотъ-

емлемой частью стратегического управления организацией. Этот процесс включает в себя внедрение передовых цифровых решений, которые позволяют оптимизировать и автоматизировать процессы про-



Рис. 1. Структурная модель цифровой платформы СМК
 Fig. 1. Structural model of the QMS digital platform



Рис. 2. Цифровой инструментарий процессов управления СМК организации
 Fig. 2. Digital toolkit of the organisation's QMS management processes

изводства на всех этапах жизненного цикла продукции [1 – 3].

Как отмечается в [4 – 6], цифровизация проникает во многие сферы жизни и деятельности человека, в том числе и в систему менеджмента качества (СМК) организаций. Цифровые технологии, такие как Big Data, IoT, блокчейн, могут быть интегрированы в СМК и будут полезны предприятию.

Также можно отметить, что цифровая трансформация оптимизирует задачи по управлению качеством, которые приходится выполнять персоналу любой организации. При переходе к цифровым технологиям главная задача состоит в том, чтобы перестроить процессы и процедуры таким образом, чтобы как люди, так и программные продукты могли обеспечить стабильность и повышение качества [7].

Благодаря интеграции технологий цифровизации систем менеджмента качества бизнес-процессов предприятия обеспечивается прозрачность данных бизнес-процессов, их синхронизация; повышается возможность сбора актуальных данных о конкретном изделии, выделения его ключевых характеристик; обеспечивается доступность управ-

ления проектами, возможность визуализации всех стадий жизненного цикла изделия, своевременного внесения изменений на обнаруженные несоответствия, направленные на их устранение [8].

Цифровизация СМК может решаться за счет создания киберфизических систем, повышающих скорость процессов проектирования и производство продукции, а также обеспечивающих стабильность качества выпускаемой продукции и минимизацию себестоимости изготовления [9].

В работе [10] разработана структурная модель цифровой платформы системы менеджмента качества, которая описывает архитектуру взаимодействия процессов, процедур, а также функциональные возможности цифровых сервисов системы менеджмента качества промышленного предприятия (рис. 1).

Представленная автором модель цифровой платформы системы менеджмента качества имеет модульную структуру, ключевыми компонентами которой является цифровой инструментарий управления качеством на этапах жизненного цикла продукции.

Цифровой инструментарий управления качеством

Перечень цифрового инструментария основывается на требованиях ISO 9001:2015 и на конкретно определенных процессах предприятия, которые могут быть автоматизированы и контролируемы с использованием цифровых технологий [11, 12] и определяются тремя основными группами процессов:

1. Процессы управления организацией.
2. Основные процессы организации.
3. Обеспечивающие процессы.

Процессы управления SMK организации определяют стратегию, цели и политику организации в области качества, а также обеспечивают контроль и непрерывное улучшение системы. Цифровизация данных процессов позволит достичь высокой эффективности работы организации. В работе предложен цифровой инструментарий определения контекста организации и управления системой менеджмента качества (рис. 2).

Определение контекста организации

Организация должна иметь свою контекстную модель, проводить ее мониторинг, а также анализ сильных и слабых сторон. Необходимо идентифицировать всех заинтересованных сторон, имеющих отношение к системе менеджмента качества, вне зависимости от степени их влияния на деятельность организации. Для эффективного управления процессами SMK на предприятии необходимо не только определять данные процессы, но и детализировать и совершенствовать их.

Ключевым процессом контекста организации является анализ удовлетворенности потребителей и заинтересованных сторон. Он позволяет принимать управленческие решения при проведении корректирующих и предупреждающих действий по постановке и достижении целей по качеству, управления процессами и при анализе специфических требований заинтересованных сторон.

Бизнес-логика процесса определения контекста организации в системе менеджмента качества, позволяющая визуализировать рамку процесса и установить взаимосвязь с участниками процесса, а также между входными и выходными параметрами процесса. Анализ процесса позволил определить основные процедуры, которые необходимо включить в данный цифровой инструментарий (рис. 2):

- модуль определения контекстной модели системы менеджмента качества;
- модуль определения процессной модели системы менеджмента качества;
- модуль анализа специфических требований потребителей;
- модуль анализа удовлетворенности потребителей.

Управление системой менеджмента качества представляет собой совокупность управленческих процессов, охватывающих весь жизненный цикл продукции, а также систему стратегических мероприятий, направленных на повышение качества продукции и обеспечение эффективного функционирования системы менеджмента качества.

К основным задачам процесса управления SMK относятся:

- проведение оценки рисков и возможностей процессов SMK при помощи всех собранных данных о предприятии;
- формирование целей по качеству потребителей и высшего руководства;

— приведение всех процессов в соответствие требованиям стандартов, специфическим требованиям заказчиков и собственным требованиям организации;

— решение определенных возникающих на предприятии проблем с помощью методики решения проблем по качеству 8D;

— сбор и предоставление статистики;

— анализ действующей SMK, способы и ресурсы по ее улучшению;

— систематизация полученных данных;

— составление панели упорядоченной информации с точными подсчетами необходимых индексов, процентов, ведомости мероприятий;

— анализ уровня удовлетворенности внутренних и внешних потребителей;

— составление отчетов по несоответствиям продукции, процессов и оборудования;

— составление чек-листов и планов по аудитам под запросы пользователей.

Программное обеспечение для управления системой менеджмента качества должно включать в себя разнообразные функции, направленные на оптимизацию процессов, соответствие стандартам и улучшение качества продукции или услуг. Функционал программного обеспечения представлен на рис. 2 и включает в себя:

— модуль оценки рисков и возможностей процессов SMK;

— модуль анализа системных несоответствий качества продукции и SMK;

— модуль постановки целей по качеству продукции;

— модуль построения панели KPI процессов;

— модуль проведения аудитов SMK, процессов, продукции;

— модуль решения проблем по качеству;

— модуль управления на основе цикла PDCA;

— модуль анализа со стороны руководства.

Цифровизация **основных процессов SMK** напрямую влияет на повышение качества продукции за счет регистрации и накопления больших объемов данных, автоматизация подтверждения соответствия продукции требованиям и исключения субъективной составляющей оценки, применения технологий искусственного интеллекта на этапах мониторинга и контроля, увеличения скорости принятия ответственных решений в неоднозначных ситуациях, а также обеспечения стабильности выполнения всех процессов и снижения рисков появления несоответствий. В зависимости от этапов жизненного цикла продукции проведенный в работе анализ показывает необходимость в разработке цифрового инструментария управления качеством в первую очередь на этапах управления проектированием и разработкой продукции и процессов, управление закупками и поставками, а также управление производственным процессом.

Управление проектированием и разработкой продукции и процессов регламентирует порядок и методологию проектирования и разработки продукции, а также проектирования, разработки и валидации технологических процессов и производства. Цифровой инструментарий основан на структурированном подходе к идентификации и своевременному выполнению поставщиком всех этапов работы, необходимых для удовлетворения требований и ожиданий потребителя. Методология APQP включает в себя эффективные инструменты управления рисками, такие как анализ видов и по-

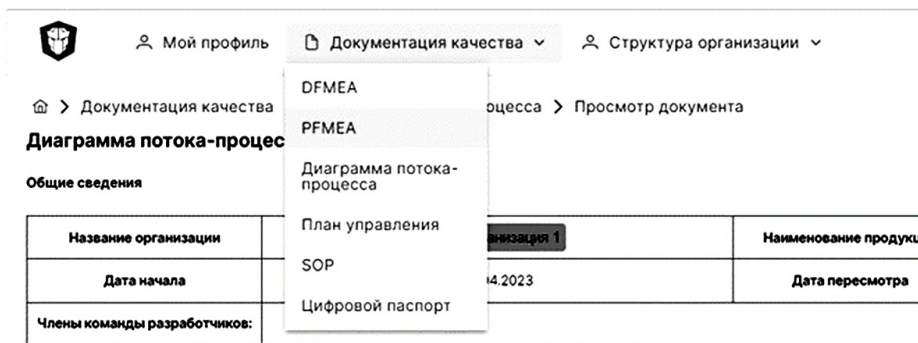


Рис. 3. Цифровой инструментарий управления проектированием и разработкой продукции и процессов
 Fig. 3. Digital toolkit for managing product and process design and development



Рис. 4. Структурная схема цифрового инструментария процесса управления качеством закупок и поставок
 Fig. 4. Structural diagram of the digital toolkit of the procurement and supply quality management process

следствий потенциальных отказов на этапах проектирования (DFMEA) и производства (PFMEA), диаграммы потоков процессов и другие аналитические методы. Выделены основные модули, входящие в его структуру:

- модуль планирования качества APQP;
- модуль оценки рисков DFMEA;
- модуль разработки диаграммы потока процесса;
- модуль оценки рисков PFMEA;
- модуль разработки плана управления;
- модуль разработки рабочей инструкции;
- модуль разработки цифрового паспорта изделия;
- модуль разработки карты контроля;
- модуль нормирования технологических операций.

На рис. 3 представлен интерфейс предложенного цифрового инструментария [13–16].

Управление качеством закупок и поставок занимает важное место в конкурентоспособности организации. Высокий уровень качества управления процессом закупок и поставок играет значительную роль в привлечении и удержании клиентов; повышает уровень их удовлетворенности, что в дальнейшей перспективе создает положительную среду, репутацию организации и стимулирует инновации. Качество поставок оказывает непосредственное влияние на затраты предприятия, связанные с приобретением производственных ресурсов, их хранением и логистикой. Эффективное взаимодействие с поставщиками способствует обеспечению ста-

бильности поставок и снижению рисков, связанных с возможными простоями оборудования.

Важным критерием эффективной работы организации является своевременность поставок, что напрямую зависит от сотрудничества с надежными поставщиками.

Цифровой инструментарий управления закупками и поставками даёт возможность анализа больших данных и прогнозирования потребностей с использованием предиктивной аналитики. Современные аналитические инструменты позволяют собирать и обрабатывать большие объёмы информации, что, в свою очередь, помогает выявить тенденции и предсказывать изменения в спросе. Это становится особенно важным в условиях нестабильности рынка, когда компании должны быстро адаптироваться к новым условиям и принимать обоснованные решения, минимизируя риски и оптимизируя запасы.

В работе предложен цифровой инструментарий управления качеством закупок и поставок сырья и комплектующих материалов, включающий следующие программные модули (рис. 4):

- модуль оценки и выбора потенциальных поставщиков;
- модуль одобрения поставки;
- модуль входного контроля;
- модуль управления несоответствиями в поставках;
- модуль мониторинга действующих поставщиков;
- модуль аудита поставщиков;



Рис. 5. Структурная схема цифрового инструментария СМК обеспечивающих процессов организации

Fig. 5. Structural diagram of the digital QMS toolkit of the organisation's supporting processes

- модуль оценки поставщиков;
- модуль развития поставщиков.

Управление производственным процессом регламентирует порядок организации и методологию управления производственными процессами с целью обеспечения их стабильности и воспроизводимости. Современное производство представляет собой сложную систему, эффективное функционирование которой обеспечивается управленческим механизмом, формирующим внутренние взаимосвязи и учитывающим взаимодействие всех уровней организационной иерархии предприятия — от рабочих до руководящего состава.

Основными задачами процесса управления производством являются:

- организация изготовления и поставки продукции;
- обеспечение необходимого уровня качества продукции;
- снижение и/или поддержание на минимальном уровне себестоимости продукции;
- соблюдение технологической дисциплины;
- соблюдение принципов ресурсосбережения;
- соблюдение производственного режима путём соответствующей организации производства и труда.

Анализ процесса управления производством выявил основные процедуры процесса, для которых необходимо разработать отдельные программные модули:

- модуль запуска рабочего места;
- модуль проведения аудитов 5S;
- модуль производственного анализа;
- модуль статистического управления технологическими процессами;
- модуль наблюдения за работой оператора;
- модуль управления несоответствующей продукцией;
- модуль быстрого решения проблем в производстве.

Обеспечивающие процессы предприятия не создают продукцию или услуги напрямую, но поддерживают основные и управленческие процессы, обеспечивая их стабильность и эффективность. Они играют критически важную роль

в работе организации, обеспечивая ресурсами, инфраструктурой, персоналом, данными и контролем (рис. 5).

Управление технологическим оборудованием и оснасткой регламентирует порядок и методологию управления технологическим оборудованием и оснасткой, оказывающими влияние на качество выпускаемой продукции.

Оборудование традиционно составляет значимую часть основных фондов предприятия и его обслуживание, и развитие требует значительных инвестиций, поэтому оно должно использоваться с максимальной эффективностью. Регулярный анализ эффективности оборудования позволяет не только контролировать эффективность работы имеющегося оборудования, но и постоянно её повышать. Выявлены основные процедуры СМК, подлежащие автоматизации в целях цифровизации бизнес-процесса управления технологическим оборудованием и оснасткой и разработки программного обеспечения, состоящего из следующих модулей:

- модуль планирования технологического обслуживания и ремонта;
- модуль предиктивной диагностики состояния технологического оборудования;
- модуль анализа эффективности использования оборудования.

Управление компетентностью персонала. Цифровизация процесса управления персоналом в СМК является ключевым компонентом, направленным на обеспечение того, чтобы сотрудники обладали необходимыми компетенциями, мотивацией и вовлеченностью для достижения целей организации.

Для повышения квалификации сотрудников и их компетентности в отношении требований к качеству следует автоматизировать процессы обучения, а также создавать и поддерживать базы знаний, необходимые для контроля уровня компетентности сотрудников предприятия.

Поскольку традиционные методы управления персоналом не всегда обладают гибкостью для учета индивидуальных потребностей и изменений в организационной структуре, внедрение автоматизированного подхода на базе цифровой платформы



Рис. 6. Структура цифрового инструментария по управлению компетентностью персонала
 Fig. 6. Structure of the digital toolkit for personnel competence management

позволит упростить систему и адаптироваться к новым условиям.

Главными модулями цифрового инструментария по управлению компетентностью персонала становятся (рис. 6):

- модуль разработки матриц компетентности персонала;
- модуль оценки компетентности персонала;
- модуль осведомленности персонала.

Управление инфраструктурой регламентирует порядок и методы управления объектами инфраструктуры, оказывающими влияние на качество

выпускаемой продукции. В процессе управления инфраструктурой используется многофункциональный подход для сбора входных данных от всех заинтересованных сторон.

Инфраструктура включает в себя:

- здания, сооружения, рабочее пространство и связанные с ним средства труда;
- технологическое оборудование и оснастки для процессов производства (как техническое, так и программное обеспечение);
- инженерные коммуникации;
- информационные системы (IT-инфраструктура);
- службы обеспечения (транспорт, связь).

Основными процедурами процесса являются (рис. 7):

- управление параметрами производственной среды;
- аудиты объектов инфраструктуры.

Управление ресурсами для мониторинга и измерений регламентирует порядок и методологию управления средствами контроля, измерения и мониторинга параметров качества продукции и процессов СМК.

Основными процедурами данного процесса являются:

- управление средствами контроля и средствами измерений;
- анализ измерительных систем.

Заключение

Разрабатываемый цифровой инструмент системы менеджмента качества предназначен для обеспечения устойчивого уровня качества выпускаемой продукции, оптимизации внутренних управленческих и производственных процессов машиностроительного предприятия, а также повышения эффективности выполнения бизнес-процессов, связанных с планированием, обеспечением, контролем и совершенствованием качества. Его применение



Рис. 7. Блок-схема процесса управления инфраструктурой
 Fig. 7. Block diagram of the infrastructure management process

позволит снизить трудоёмкость выполнения ключевых процедур, минимизировать риски, связанные с поставками комплектующих и сырья, а также позволит уменьшить влияние человеческого фактора на результаты деятельности предприятия.

Набор цифрового инструментария может быть быстро адаптирован к изменениям во внешней и внутренней среде, включая изменения в требованиях клиентов, регуляторных нормативах и технологических инновациях предприятия.

Список источников / References

1. Васильев В. А., Александрова С. В. Цифровые технологии в управлении качеством // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. Вып. 10. С. 35–41. EDN: PFJOMJ.

Vasilyev V. A., Aleksandrova S. V. Tsifrovyye tekhnologii v upravlenii kachestvom [Digital technologies in quality management]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki. News of the Tula State University. Technical Sciences.* 2020. Issue 10. P. 35–41. EDN: PFJOMJ. (In Russ.).

2. Васильев В. А., Александрова С. В., Александров М. Н. Интеграция менеджмента качества и цифровых технологий // Качество. Инновации. Образование. 2017. № 9 (148). С. 14–19. EDN: ZOKZXH.

Vasilyev V. A., Aleksandrova S. V., Aleksandrov M. N. Integratsiya menedzhmenta kachestva i tsifrovyykh tekhnologiy [Integration of quality management and digital technologies]. *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovaniye. Quality. Innovation. Education.* 2017. No. 9 (148). P. 14–19. EDN: ZOKZXH. (In Russ.).

3. Александрова С. В., Васильев В. А., Александров М. Н. Возможности цифровизации систем менеджмента качества // Качество. Инновации. Образование. 2021. № 1 (171). С. 17–21. DOI: 10.31145/1999-513x-2021-1-17-21. EDN: KOHCGE.

Aleksandrova S. V., Vasil'yev V. A., Aleksandrov M. N. Vozmozhnosti tsifrovizatsii sistem menedzhmenta kachestva [Opportunities for digitalization of quality management systems]. *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovaniye. Quality. Innovation. Education.* 2021. No. 1 (171). P. 17–21. DOI: 10.31145/1999-513x-2021-1-17-21. EDN: KOHCGE. (In Russ.).

4. Ковригин Е. А., Васильев В. А. Пути развития СМК в условиях цифровизации // Компетентность. 2020. № 6. С. 12–17. EDN: ZUIYYP.

Kovrigin E. A., Vasilyev V. A. Puti razvitiya SMK v usloviyakh tsifrovizatsii [Ways of QMS development in digitalization]. *Kompetentnost'. Competency.* 2020. No. 6. P. 12–17. EDN: ZUIYYP. (In Russ.).

5. Frank A. G., Dalenogare L., Ayalaet N. F. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics.* 2019. Vol. 210. P. 15–26. DOI: 10.1016/j.ijpe.2019.01.004.

6. Sony M., Antony J., Douglas J. A. Essential ingredients for the implementation of Quality 4.0: A narrative review of literature and future directions for research. *The TQM Journal.* 2020. Vol. 32, no. 4. P. 779–793. DOI: 10.1108/TQM-12-2019-0275.

7. Васильев В. А., Александрова С. В., Летучев Г. М. Цифровые технологии в управлении качеством // Идеи и инновации. 2022. Т. 10. С. 125–129. DOI: 10.48023/2411-7943_2022_10_1_2_125. EDN: DWESHO.

Vasilyev V. A., Aleksandrova S. V., Letuchev G. M. Tsifrovyye tekhnologii v upravlenii kachestvom [Digital technologies in quality management]. *Idey i innovatsii. Ideas and Innovations.* 2022. Vol. 10. P. 125–129. DOI: 10.48023/2411-7943_2022_10_1_2_125. EDN: DWESHO. (In Russ.).

8. Кудрявцева С. С., Матусевич И. Р., Халиулин Р. А. Технологии цифровизации СМК бизнес-процессов предприятия // Известия Самарского научного центра Российской академии

наук. 2022. Т. 24, № 4 (108). С. 37–41. DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-4-37-41. EDN: TVPKQA.

Kudryavtseva S. S., Matusevich I. R., Khaliulin R. A. Tekhnologii tsifrovizatsii SMK biznes-protssessov predpriyatiya [Technology of digitalization of quality management systems of business processes of the enterprise]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.* 2022. Vol. 24, no. 4 (108). P. 37–41. DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-4-37-41. EDN: TVPKQA. (In Russ.).

9. Антипова О. И., Горохова Д. А. Подходы к цифровизации систем менеджмента качества // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023. Вып. 12. С. 106–109. DOI: 10.24412/2071-6168-2023-12-106-107. EDN: NAXELQ.

Antipova O. I., Gorokhova D. A. Podkhody k tsifrovizatsii sistem menedzhmenta kachestva [Approaches to digitalization of quality management systems]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki. News of the Tula State University. Technical Sciences.* 2023. Issue 12. P. 106–109. DOI: 10.24412/2071-6168-2023-12-106-107. EDN: NAXELQ. (In Russ.).

10. Савич Е. К., Антипов Д. В. Структурная модель цифровой платформы системы менеджмента качества // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2024. Вып. 10. С. 172–177. DOI: 10.24412/2071-6168-2024-10-172-173. EDN: SKTLCI.

Savich E. K., Antipov D. V. Strukturnaya model' tsifrovoy platformy sistemy menedzhmenta kachestva [The structural model of the digital platform of the quality management system]. *Tekhnicheskiye nauki. News of the Tula State University. Technical Sciences.* 2024. Issue 10. P. 172–177. DOI: 10.24412/2071-6168-2024-10-172-173. EDN: SKTLCI. (In Russ.).

11. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. Введ. 2015–11–01. Москва: Стандартинформ, 2020. 49 с.

GOST R ISO 9001-2015. Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniya [Quality management systems. Requirements]. Moscow, 2020. 49 p. (In Russ.).

12. ГОСТ Р ИСО 9004-2019. Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению устойчивого успеха организации. Введ. 2020–10–01. Москва: Стандартинформ, 2019. 56 с.

GOST R ISO 9004-2019. Menedzhment kachestva. Kachestvo organizatsii. Rukovodstvo po dostizheniyu ustoychivogo uspekha organizatsii [Quality management. Quality of an organization. Guidance to achieve sustained success]. Moscow, 2019. 56 p. (In Russ.).

13. Савич Е. К., Антипов Д. В., Дмитриев Д. М. Программный модуль по предупреждению несоответствий по качеству продукции: программа для ЭВМ № 2024614070. Москва: ФИПС, 2024. Бюл. № 2.

Savich E. K., Antipov D. V., Dmitriyev D. M. Programmnyy modul' po preduprezhdeniyu nesootvetstviy po kachestvu produktsii: programma dlya EVM № 2024614070 [Software module for the prevention of product quality inconsistencies: a computer program No. 2024614070]. Moscow, 2024. Bull. No. 2. (In Russ.).

14. Савич Е. К., Антипов Д. В. Программное обеспечение управления рисками и отказами производственных процессов: программа для ЭВМ № 2023611365. Москва: ФИПС, 2023. Бюл. № 1.

Savich E. K., Antipov D. V. Programmnoye obespecheniye upravleniya riskami i otkazami proizvodstvennykh protssessov: programma dlya EVM № 2023611365 [Software for risk and failure management of production processes: computer program No. 2023611365]. Moscow, 2023. Bull. No. 1. (In Russ.).

15. Савич Е. К., Антипов Д. В., Дмитриев Д. М. Программный модуль по разработке плана управления качеством продукции и процессов: программа для ЭВМ № 2024613501. Москва: ФИПС, 2024. Бюл. № 2.

Savich E. K., Antipov D. V., Dmitriyev D. M. Programmnuyu modul' po razrabotke plana upravleniya kachestvom produktsii i protsessov: programma dlya EVM № 2024613501 [Software module for developing a quality management plan for products and processes: computer program No. 2024613501]. Moscow, 2024. Bull. No. 2. (In Russ.).

16. Савич Е. К., Антипов Д. В., Дмитриев Д. М. Программный модуль проектирования потока процесса: программа для ЭВМ № 2024613623. Москва: ФИПС, 2024. Бюл. № 2.

Savich E. K., Antipov D. V., Dmitriyev D. M. Programmnuyu modul' po razrabotke plana upravleniya kachestvom produktsii i protsessov: programma dlya EVM № 2024613623 [Process flow design software module: computer program No. 2024613623]. Moscow, 2024. Bull. No. 2. (In Russ.).

САВИЧ Екатерина Константиновна, кандидат технических наук, доцент кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении Самарского национального исследовательского университета имени академика С. П. Королева, г. Самара.
SPIN-код: 3826-7898
AuthorID (РИНЦ): 609270
ORCID: 0000-0002-5515-7799
AuthorID (SCOPUS): 57204666133
Адрес для переписки: savich.ek@ssau.ru

Прозрачность финансовой деятельности: автор не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.

Статья поступила в редакцию 25.02.2025; одобрена после рецензирования 16.05.2025; принята к публикации 25.06.2025.

SAVICH Ekaterina Konstantinovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Aircraft Production and Quality Control in Mechanical Engineering, Samara National Research University, Samara.
SPIN-code: 3826-7898
AuthorID (RSCI): 609270
ORCID: 0000-0002-5515-7799
AuthorID (SCOPUS): 57204666133
Correspondence address: savich.ek@ssau.ru

Financial transparency: the author has no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

The article was submitted 25.02.2025; approved after reviewing 16.05.2025; accepted for publication 25.06.2025.