



Научная статья

УДК 658.562

doi: 10.30987/2223-4608-2022-9-18-25

## Управление качеством на основе цифровых технологий

**Виктор Андреевич Васильев<sup>1</sup>, д.т.н.,  
Светлана Викторовна Александрова<sup>2</sup>, к.т.н.**

<sup>1,2</sup>Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) МАИ,  
г. Москва, Россия

<sup>1</sup> vasiliev@mati.ru, <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

<sup>2</sup> Vasils@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

**Аннотация.** Развитие цифровых технологий может дать новый импульс применению менеджмента качества (МК). Разработка новых методов МК на основе интеграции методов менеджмента качества и цифровых технологий (ЦТ) создает предпосылки для цифровой трансформации всего жизненного цикла изделия.

**Ключевые слова:** качество, менеджмент качества, процессный подход, цифровые технологии, жизненный цикл продукции

**Для цитирования:** Васильев В.А., Александрова С.В. Управление качеством на основе цифровых технологий. // Научноёмкие технологии в машиностроении. – 2022. – №9 (135). – С. 18-25.  
doi: 10.30987/2223-4608-2022-9-18-25

Original article

## Quality management based on digital technologies

**Viktor A. Vasiliev<sup>1</sup>, Dr. Sc.Tech.,  
Svetlana V. Aleksandrova<sup>2</sup>, Can. Sc. Tech.**

<sup>1,2</sup>Moscow Aviation University MAI, Moscow, Russia

<sup>1</sup> vasiliev@mati.ru, <sup>2</sup> Vasils@yandex.ru

**Annotation.** The development of digital technologies can give a new impetus to the application of quality management (QM). The development of new QM methods based on the integration of quality management methods and digital technologies (DT) creates prerequisites for the digital transformation of the entire product life cycle.

**Keywords:** quality, quality management, process approach, digital technologies, product life cycle

**For citation:** Vasiliev V.A., Aleksandrova S.V. Quality management based on digital technologies. / Science intensive technologies in Mechanical Engineering, 2022, no.9 (135), pp. 18-25.  
doi: 10.30987/2223-4608-2022-9-18-25

## Введение

В настоящее время весь мир переживает «цифровизацию», создающую новую возможность технологического развития и управления производством сложной технической продукции [1 – 3]. Этот процесс носит глобальный характер, в связи с чем в России приняты и реализуются стратегии развития информационного общества и искусственного интеллекта на период до 2030 г., а также программа Российской Федерации «Цифровая экономика». Современные цифровые технологии включают искусственный интеллект, технологии больших данных, интернет вещей, цифровые двойники, нейронные сети и т.д. В последнее время их часто объединяют в единую концепцию – Индустрия 4.0. Появилось понятие Качество 4.0 как элемент жизненного цикла системы.

Российская промышленность представляет собой составную часть экономической системы. Эффективность действия этой системы определяется различными показателями: экологические аспекты, социальный аспекты, качество жизни населения, законодательные и др. Отдельным видом промышленности, который взаимодействует с системой национальной безопасности страны, обеспечивает конкурентоспособность на мировом рынке, а также влияет на экономическую успешность, является деятельность предприятий авиационной и космической промышленности. На сегодняшний день авиационная и космическая промышленность представляет собой комплекс, включающий в себя научные разработки, проектно-конструкторскую деятельность, производственные мощности и испытательные полигоны.

Деятельность аэрокосмических предприятий является взаимосвязанной и зачастую они работают в рамках одной технологической цепочки, выполняя разработку, производство, ремонт произведенной авиационной или космической продукции и техники, как по государственному заказу, так и для частных заказчиков, в том числе на экспорт. Стоит отметить уникальность производимой продукции, применяемые технологии, высокий профессионализм кадровых ресурсов.

В то же время авиационная и космическая промышленность представляют собой многофункциональные научно-производственные отрасли, способные разрабатывать и производить современную наукоемкую продукцию. Эта промышленность является основным

потребителем результатов инновационной деятельности многих ведущих авиационных вузов страны.

Необходимо отметить высокий уровень, предъявляемый к квалификации персонала (рабочих, служащих, специалистов), он выше, чем во многих других отраслях и сферах. Персонал авиационной и космической отрасли промышленности – обладатель уникальной совокупности навыков, умений и знаний. При производстве авиационной и космической продукции необходимо обеспечивать особые информационные условия для функционирования предприятий – требования, ограничивающие несанкционированную передачу технологий. Для продукции авиационной и космической промышленности имеет место высокий уровень возникновения различных рисков, которыми необходимо управлять.

Повышенные требования к качеству производимой продукции и технологиям производства привели к созданию специальных систем менеджмента качества для аэрокосмической промышленности. Сочетание потребности аэрокосмических предприятий в новых методах управления качеством и возможностей современных цифровых технологий потребовало разработать цифровые системы управления качеством.

## Современная система менеджмента качества

Согласно ГОСТ Р ИСО 9001:2015 [4] и ГОСТ Р 58876-2020 [5], система менеджмента качества (СМК) является частью общей системы управления предприятия, применительно к качеству, и включает в себя совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов предприятия, нацеленных на разработку и реализацию политик и целей в области качества, а также на оптимизацию и управление процессов предприятия в интересах достижения поставленных целей, необходимых для поддержания постоянно высокого уровня качества и постоянного его улучшения.

Система менеджмента включает в себя действия по описанию процессов организации, определения входов и выходов этих процессов, привлечение ресурсов, необходимых для их обеспечения, документацию описывающую управление этими процессами, определение критериев результативности и выявление возможных рисков. Система менеджмента качества дает возможность высшему

руководству рационально использовать имеющиеся ресурсы, учитывая долгосрочное планирование, основанное на поставленных стратегических целях.

Поддержание высокого уровня качества всегда было и остается одной из приоритетных и наиболее сложных задач, которые постоянно решают при производстве продукции или оказании услуг. Потребитель ожидает продукцию (услугу), с характеристиками, которые смогут удовлетворить его потребности и оправдать ожидания. При этом потребности и ожидания потребителей постоянно меняются, из-за чего предприятиям приходится постоянно анализировать их, испытывать давление со стороны конкурентов и идти в ногу с техническим прогрессом.

Для удовлетворения потребителей предприятиям необходимо следовать принципу всеобщего управления качеством – постоянное улучшение, которое распространяется как на продукцию (услугу), так и на процессы, необходимые для ее производства (оказания). Внедренная и функционирующая система менеджмента качества дает гарантию руководству и потребителям, как конечным, так и промежуточным, в том, что предприятие способно производить и поставлять продукцию, всецело соответствующую предъявляемым к ней требованиям, таким как: качество, количество, себестоимость и т.д.

Следование принципам всеобщего управления качеством мотивирует предприятие постоянно анализировать требования потребителей, выявлять основные процессы, непосредственно влияющие на создание продукта с заявленными характеристиками и управлять ими. Реализация еще одного принципа всеобщего управления качеством подразумевает постоянное улучшение, распространяющееся как на продукцию, так и на менеджмент предприятия, действия принципа так же направлены на удовлетворенность потребителя и других заинтересованных сторон и описаны в п. 10 ГОСТ Р 58876-2020.

Система менеджмента качества предприятия в целом не направлена на сплошной контроль выпускаемой продукции на всех этапах производства, а подразумевает управление, исключающее ошибки при реализации процессов, которые могут стать причиной несоответствий. Одним из требований ГОСТ Р 58876-2020 является определение процессов системы менеджмента качества, их последовательность и взаимосвязь, а также разработка и описание требований к их проте-

канию.

Другим, не менее важным требованием стандарта, которое необходимо реализовать – вовлечение всех сотрудников в систему, необходимо объяснить каждому его роль в системе менеджмента качества. Для этого нужно обучить их принципам всеобщего управления качеством и требованиям стандарта ГОСТ Р 58876-2020, а высшему руководству необходимо грамотно распределить обязанности, ответственность и полномочия на предприятии. Основываясь на вышесказанном, можно сделать вывод, что СМК:

1. Упорядочивает всю деятельность, реализуемую на предприятии, так как подразумевает определение и описание взаимодействия процессов и подразделений, определение ответственных за них и их исполнителей.

2. Обязует предприятие проводить мониторинг процессов с помощью внутренних аудитов, анализа со стороны руководства, обратной связи от потребителя и других механизмов, используемых на предприятии. Благодаря мониторингу становится возможным оперативное выявление несоответствий, слабых сторон и проблем в деятельности предприятия и дает возможность для своевременного их устранения.

3. Позволяет организовать деятельность предприятия таким образом, чтобы вовлечь в процесс весь кадровый потенциал предприятия и получить максимальную отдачу, которую можно направить на развитие производства.

### **Особенности СМК в аэрокосмической промышленности**

Можно выделить следующие особенности системы менеджмента качества, характерные для предприятий авиационной и космической отрасли:

– определение требований/ожиданий потребителей и заинтересованных сторон, в случае авиационной и космической отрасли – это государство;

– управление взаимосвязанными и взаимодействующими процессами, определенными предприятием как важные для реализации основной деятельности и непосредственно влияющие на качество высокотехнологичной продукции ответственного назначения.

Конечно, при разработке и внедрении системы менеджмента качества аэрокосмического предприятия необходимо учитывать специфику и объемы производства предприя-

тия, обеспечить благоприятную среду для реализации требований стандарта ГОСТ Р 58876-2020, невозможную без выполнения следующих условий:

- вовлеченность высшего руководства в создание и поддержание СМК;
- обеспечение и поддержание должного уровня мотивации и квалификации персонала;
- обучение лиц, управляющих предприятием, принципам менеджмента качества;
- нацеленность высшего руководства на развитие бизнеса как на отечественном рынке, так и на международном уровне.

Для предприятий авиационной и космической отрасли есть определенные нюансы в обеспечении качества. Например, для таких предприятий, имеющих лицензию на разработку, производство, испытания и ремонт авиационной техники, деятельность будет регламентироваться не только наличием внедренной и функционирующей СМК в соответствии с ГОСТ Р 58876-2020, но и соответствующими документами уполномоченных вышестоящих органов и органов государственного регулирования в области авиации (например, Федерального агентства воздушного транспорта – Росавиации и Межгосударственного авиационного комитета). Федеральные авиационные правила являются обязательными к исполнению для предприятий авиационной и космической отрасли на территории Российской Федерации.

На всех предприятиях авиационной и космической отрасли должна быть внедрена и поддерживаться в рабочем состоянии документально оформленная система менеджмента качества. Система должна быть ориентирована на потребителей авиационной и космической техники, удовлетворение их потребностей и ожиданий, по мере возможностей стремится их превзойти, для чего постоянно повышает результативность своей деятельности за счет максимального соответствия требованиям международных и национальных стандартов или нормативным требованиям вышестоящих органов в области авиации.

Для соответствия вышеизложенным требованиям предприятиям авиационной и космической отрасли необходимо использовать в своей деятельности процессный подход, в рамках которого:

- определяются основные и вспомогательные процессы предприятия, необходимые для функционирования системы менеджмента качества и предприятия в целом;
- определяется последовательность дейст-

вий и взаимосвязь определенных выше процессов;

- определяются требования к входам и предположительные выходы процессов;

- определяются критерии результативности, контрольные точки и методы мониторинга этих процессов;

- происходит регулярный контроль процессов, при необходимости в процесс могут вноситься обоснованные изменения, необходимые для результативного и эффективного их функционирования;

- определяются необходимые ресурсы для процессов и обеспечивается их доступность;

- распределяются обязанности, ответственность и полномочия кадрового состава предприятия в отношении определенных ранее процессов.

На протяжении всей деятельности компании, независимо от зрелости внедренной системы менеджмента качества, ко всем процессам применяется цикл Деминга или цикл PDCA. В современных условиях координации предприятий космического и авиационного назначения зачастую приходится внедрять сразу несколько систем менеджмента, которые позволяют обеспечивать соответствующий уровень качества выпускаемой продукции и учитывать другие аспекты деятельности – экологию, охрану труда и др.

### Цифровой двойник

Одним из важнейших элементов современных цифровых технологий является цифровой двойник.

Наиболее эффективным применением цифровых двойников является для продукции с длительным жизненным циклом, широким диапазоном условий эксплуатации, труднодоступностью изделия для проведения обслуживания. Авиационная и космическая техника полностью попадает в перечень таких объектов. По мере развития цифровых технологий сферы применения цифровых двойников расширяются и включают в себя энергетику, сложное промышленное оборудование, транспортное машиностроение и другие отрасли.

Степень подробности описания цифрового двойника определяется стадией жизненного цикла и зависит от объекта, степени автоматизации процесса управления, состава решаемых задач и их взаимосвязей. Так, для планирования и управления процессом производства машиностроительного изделия в основу информационной модели может

быть положена совокупность маршрутов изготовления деталей, узлов и агрегатов, объединяемая схемой сборки изделия. Такая модель может быть получена как результат последовательного решения задач конструкторско-технологического проектирования на стадии технической подготовки производства средствами PLM системы, либо должна быть подготовлена автономно, как исходная информация для функционирования ERP системы.

Параллельно с этим может решаться задача оптимизации производства. При производстве серийной продукции, наличии конвейерного производства, проблема оптимизации может решаться поэтапно. В этом случае на каждом этапе производства определяется оптимальное значение не всех параметров, влияющих на производство, а только некоторой части или даже одного параметра. Такой подход позволяет организовать достаточно четкую организацию плановой оптимизации производства на предприятии.

Гораздо сложнее оптимизировать производственный процесс в малосерийном или штучном производстве. К таким отраслям промышленности относятся, например, ракетно-космическая промышленность, судостроение, атомная промышленность и т.д. Отсутствие серийного производства требует, чтобы организация производственного процесса обеспечивала его оптимальность с учетом всех влияющих на него факторов. Такая проблема должна решаться на основе многофакторного анализа.

Множество различных теорий посвящено решению задач оптимизации со многими параметрами. Такие задачи решаются математическими методами исследования операций, численными методами минимизации (например, методом наименьших квадратов) и многими другими. В современном производстве каждая новая проблема оптимизации, связанная с производством продукта, не является отдельной проблемой, а имеет некоторые продолжения.

В связи с этим, учеными предлагается применить аппарат искусственного интеллекта для оптимизации дискретного многокомпонентного производства. Каждая новая задача оптимального выбора параметров для организации производства должна основываться на ранее полученных решениях. Таким образом, предлагается создать обучаемую систему, которая дает решение, основанное на накопленных «знаниях». К таким системам относятся нейронные сети.

Основная идея еще одной методологии, предложенной авторами [6], заключается в объединении механизмов управления, традиционно используемых в PLM-комплексах (технология «документооборот») и ERP-системах (технология «MRP-II/APS»).

Данная методология направлена на достижение эффективности производства продукции и оптимальной (в соответствии с установленными критериями) организации производственного процесса. Это позволяет производственному предприятию более оперативно реагировать на изменения внешней среды и внутреннего состояния производства.

Довольно сложно гарантировать, что выбранный вариант является оптимальным. Одни и те же запланированные операции могут выполняться на разном оборудовании в разное время. Кроме того, при планировании работ можно учитывать не только загрузку оборудования, но и стоимость операций (например, несложные детали может быть дешевле производить на более простом оборудовании).

Таким образом, мы видим, что задача оптимального проектно-эксплуатационного управления содержит значительное количество параметров, и найти среди них оптимальный вариант становится сложной задачей. Но именно в решении этой проблемы заключается главный успех в оптимизации производства.

Сейчас исследуются [6] подходы к созданию нейронных сетей, которые должны стать «надстройкой» над существующим функционалом PLM и ERP на предприятиях, не требуя отказа от устоявшихся бизнес-процессов и инструментов в деятельности инженерных и планово-экономических служб. Предлагаемый подход должен повысить мобильность предприятия при принятии управленческих решений на всех уровнях управления на протяжении всего жизненного цикла. Разработанная система должна стать функциональным продолжением цифровых производственных процессов. В связи с этим изучаются основы цифрового производства как объекта управления на основе нейронных сетей.

Как сказано выше, в основе цифрового производства лежит набор моделей – цифровых двойников. Цифровые двойники в рамках концепции «Индустрия 4.0» определяются как «умные» модели, объединяющие знания, которые были применены при проектировании, производстве и эксплуата-

ции продукта, технической или киберфизической системы.

Это дополнительно обеспечивается за счет: качества материалов и комплектующих; состояния технологического оборудования; отсутствия отклонений в производственных процессах.

Фактически, для решения проблемы обеспечения качества продукции используются цифровые двойники разного типа:

- 1) DT-1 – описание конструкции и технологии;
- 2) DT-2 – характеристики материалов и комплектующих деталей, процессы их доставки; состояние характеристик используемых трудовых ресурсов на момент изготовления; отклонения в производственных процессах;
- 3) DT-3 – текущее состояние производственных ресурсов. Возможности цифровых технологий могут обеспечить снижение затрат на создание продукта за счет прогнозного моделирования процессов на основе использования цифровых двойников, включая частичный отказ от одного из ключевых принципов обеспечения качества при производстве ракетно-космической техники – серийного запуска продукции в производство и обязательного использования методов разрушающего контроля.

#### Создание цифровой системы менеджмента качества-ЦСМК

Система менеджмента качества охватывает всю деятельность организации, а перечисленные информационные средства позволяют сопровождать и реализовывать часть, либо весь процесс производства изделий. Коротко о том, чем они полезны для СМК и предприятий:

**EDM.** Документооборот в электронной форме – это способ централизованно организовать работу с документами, где большинство регистров и операций представлены в электронном виде. Соответственно, система, управляющая им, представляет собой решение с инструментарием для осуществления всех процедур по созданию, изменению, поиску документов и поддержке взаимодействия между сотрудниками компании.

**ERP.** Предназначена для планирования ресурсов, ускорения процессов, которые ведутся в бизнесе. С его помощью можно снизить негативное влияние человеческого фактора и оптимизировать функционирование компании, внутри которой много отделов, подразделений и сотрудников.

Их применение позволит системам менеджмента качества вывести предприятия на новый уровень развития.

#### Основные функции ЦСМК:

1. Система больших данных позволяет анализировать огромные, сложные и быстро растущие массивы информации, полученной из различных источников, повысить прозрачность управления. Постепенно базы данных разрастаются, дополняются различными таблицами, файловыми архивами, отчетами и многочисленными сведениями о процессах и продукции. В такой ситуации помощь искусственного интеллекта (ИИ) становится незаменимой.

2. Подтверждение соответствия требованиям. Технология блокчейн позволяет иметь безопасную, децентрализованную и полностью объективную систему сбора, регистрации и обновления таких доказательств.

3. Мониторинг, оценка, контроль и анализ процессной модели, реализуемой в СМК организации. Как правило, для управления моделью процесса СМК используются различные методы и инструменты управления качеством (статистические инструменты; экспертные оценки специалистов и т.д.). При внедрении методологии глубокого обучения нейронных сетей с использованием искусственного интеллекта задачи мониторинга в СМК перестают во многом зависеть от человеческого фактора. Обученная нейронная сеть обнаруживает векторы изменения различных процессов гораздо быстрее и эффективнее, чем человек или автоматизированная система, основанная на статистической обработке данных. Среди основных прикладных задач, решаемых с помощью нейронных сетей – извлечение информации из данных, диагностика систем, контроль процессов, шифрование данных.

4. Принятие решений в сложных ситуациях. Современные цифровые технологии могут быстро и эффективно помочь оператору находить оптимальные решения. От момента возникновения проблемы, до понимания того, что нужно делать и непосредственных действий, обычно могут пройти целые дни, а очень часто решение требуется выносить быстро.

В СМК с целью улучшения процесса реагирования на различные ситуации и вынесения более быстрых решений уже давно применяется процедура управления рисками – когда мы заранее предполагаем, какие проблемы могут возникнуть и планируем пути

их решения, чтобы немедленно отреагировать. Также, совсем недавно, в СМК стали прибегать к процессу управления знаниями, что позволяет сохранять и документировать «пережитый» опыт организации, с целью выявления лучших практик работы и прекращения повторения старых ошибок. По сути, это процесс накопления опыта и при виде проблемы можно «вспомнить», случилось ли нечто подобное в организации и если да, то отреагировать в соответствии с прецедентом.

Качество 4.0 определяет подход, который производители могут применять при внедрении новых технологий. Это включает в себя машинное обучение, прогнозную аналитику, интернет вещей, большие данные и облачные вычисления – с традиционными системами управления качеством, такими как программное обеспечение системы управления качеством, – для обеспечения непрерывного улучшения и повышения общей производительности бизнеса.

Бывают случаи, когда возникает новая сложная ситуация и чем быстрее мы ее решим, тем лучше для всех. Возможности ЦСМК позволяют за счет использования различных IT-средств оперативно обнаружить проблему (к примеру при использовании большого количества встроенных в оборудование датчиков); провести анализ большого числа данных (технология Big Data и программная аналитика, когда обрабатываются большие массивы данных и вычисляются проблемные места) и принять правильные решения (искусственный интеллект, предиктивная аналитика и др.).

Таким образом, у специалистов возникает возможность максимально сократить процесс поиска коренных причин проблем и перейти к ее решению. Исследования информационных моделей деталей, сборочных единиц и агрегатов изделий различного назначения (планер; силовые установки самолета; сборочные единицы ракеты и др.) позволяют построить информационную модель обобщенного элемента системы технологического мониторинга и управления качеством продукции. Интерфейс между ERP системой и системой подготовки производства требует создания информационного слоя, в котором конструкторско-технологическая информация будет накапливаться и использоваться для повышения качества производственных процессов. Эту информационную модель можно использовать в ЦСМК для подтверждения соответствия продукции.

## Заключение

Цифровизация СМК в ближайшее время затронет не только высокотехнологичные отрасли промышленности. Развитие средств и методов ЦСМК сделает ее доступной для широкого круга предприятий и организаций. Очевидно, что в ходе цифровизации традиционная организация превращается в организацию с «цифровым мышлением», где производимый продукт тоже становится цифровым, открывающим возможности для инновационных операционных бизнес-моделей и бизнес-процессов за счет цифровой аналитики и коллективной работы менеджмента качества. Для успешного функционирования системы менеджер качества должен обладать знаниями в области цифровых технологий, а конструктор и IT-специалист должен понимать основы менеджмента качества.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Использование** информационных технологий для интеграции системы менеджмента качества предприятия с требованиями соответствующих стандартов / В.А. Васильев, Ю.В. Вельмакина и др. // Российская металлургия (Металлы). – 2020. – № 13. – С. 1644-1648.
2. **Александрова, С.В., Васильев, В.А., Александров, М.Н.** Информационные системы и технологии в управлении качеством // Proceedings of the 2020 IEEE International Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies», IT and QM and IS, 2020, p. 173-175.
3. **Ковригин, Е.А., Васильев, В.А.** Тенденции развития цифровой системы менеджмента качества в аэрокосмической отрасли // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2020, 868, 012011.
4. **ГОСТ Р ИСО 9001-2015** «Системы менеджмента качества. Требования»
5. **ГОСТ Р 58876-2020** «Системы менеджмента качества организаций авиационной, космической и оборонной отраслей промышленности».
6. **Чернодод, А.И., Васильев, В.А., Цырков, А.В.** Применение нейронных сетей в задачах управления производством. Материалы Международной конференции IEEE 2021 года «Управление качеством, транспортная и информационная безопасность, информационные технологии», IT и QM и IS. – 2021. – С. 11-14.

## REFERENCES

1. Vasiliev, V.A., Velmakina, Y.V. Possibilities for the Integration of Quality Management Tools and Methods with Digital Technologies. Russian Metallurgy (Metally), 2020 (13), pp. 1649-1652.
2. Aleksandrova, S.V., Vasiliev, V.A., Aleksandrov, M.N. Information systems and technologies in quality management//Proceedings of the 2020 IEEE International Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies», IT and QM and IS 2020, 2020, pp. 173-175, 9322959.
3. E.A. Kovrigin, V.A. Vasiliev. Trends in the development of a digital quality management system in the aerospace industry // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 868 (2020) 012011.
4. GOST R ISO 9001-2015 «QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS. Requirements»
5. GOST R 58876 - 2020 «Quality management systems of organizations of the aviation, space and defense industries»
6. Chernoded A.I., Vasiliev V.A., Tsyrcov A.V. Application of neural networks in production management tasks. Proceedings of the 2020 IEEE (IT&QM&IS) 2021, pp. 11-14.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 25.07.2022; одобрена после рецензирования 01.08.2022; принята к публикации 08.08.2022.

The article was submitted 25.07.2022; approved after reviewing 01.08.2022; assepted for publication 08.08.2022.

