

Научная статья  
УДК 654.924  
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2024.89.77.016

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

*Александра Александровна Снежко*<sup>1,2</sup>

*Сергей Валерьевич Бабенышев*<sup>1</sup>

*Татьяна Анатольевна Миловидова*<sup>1</sup>

*Анжелика Манцууровна Стыран*<sup>1</sup>

*Ирина Николаевна Двойцова*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия

<sup>2</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф.

Решетнева, Красноярск, Россия.

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-1885-5747>

**Автор ответственный за переписку:** Александра Александровна Снежко,  
[golenkova.aleksa@mail.ru](mailto:golenkova.aleksa@mail.ru)

**Аннотация.** Системы пожарной сигнализации играют ключевую роль в обеспечении пожарной безопасности зданий и сооружений. Своевременное обнаружение пожара и оповещение людей о нем позволяет минимизировать материальный ущерб и, что самое главное, спасти жизни. Однако, нередки случаи, когда системы работают некорректно, выдавая ложные срабатывания или, напротив, не срабатывая при реальной угрозе пожара. В статье рассматриваются основные причины возникновения ложных срабатываний и отказов систем пожарной сигнализации, приводятся примеры типичных нарушений. Действительно, проблемы обнаруживаются еще на стадии проекта, когда заказчик пытается минимизировать затраты, иногда без учета особенностей здания, степени пожарной нагрузки. В дальнейшем, трудности могут возникнуть при эксплуатации оборудования из-за неблагоприятных условий окружающей среды, электромагнитных помех, некачественном и несвоевременном техническом обслуживании. По результатам анализа в работе представлена причинно-следственная диаграмма Исикавы, учитывающая широкий комплекс факторов, влияющих на надежность системы пожарной сигнализации. Предлагаются пути повышения надежности и эффективности работы данных устройств. Перспективным решением авторы считают внедрение многокритериальных пожарных извещателей. При этом, авторы указывают на отставание их метрологического обеспечения (в частности, методики испытаний).

**Ключевые слова:** пожарная безопасность, пожарная сигнализация, ложные срабатывания

**Для цитирования:** Снежко А.А., Бабенышев С.В., Миловидова Т.А., Стыран А.М., Двойцова И.Н. Обеспечение надежности систем пожарной сигнализации: проблемы и перспективы // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2024. № 4 (35). С. 143-149. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.89.77.016>

Original article

## ENSURING THE RELIABILITY OF FIRE ALARM SYSTEMS: PROBLEMS AND PROSPECTS

*Alexandra A. Snezhko*<sup>1,2</sup>

*Sergei V. Babenyshev*<sup>1</sup>

*Tatyana A. Milovidova*<sup>1</sup>

*Angelica M. Styran*<sup>1</sup>

*Irina N. Dvoitsova*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia

<sup>2</sup>Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia,

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-1885-5747>

**Corresponding author:** Alexandra A. Snezhko, [golenkova.aleksa@mail.ru](mailto:golenkova.aleksa@mail.ru)

**Abstract.** Fire alarm systems play a key role in ensuring the fire safety of buildings and structures. Timely detection of a fire and notification of people about it allows you to minimize material damage and, most importantly, save lives. However, it is not uncommon for systems to work incorrectly, giving false alarms or, conversely, not working with a real threat of fire. The article discusses the main causes of false alarms and failures of fire alarm systems, provides examples of typical violations. Indeed, problems are found even at the project stage, when the customer tries to minimize costs, sometimes without taking into account the characteristics of the building, the degree of fire load. In the future, difficulties may arise during the operation of the equipment due to adverse environmental conditions, electromagnetic interference, poor-quality and untimely maintenance. Based on the results of the analysis, the paper presents the Ishikawa causal diagram, which takes into account a wide range of factors affecting the reliability of the fire alarm system. Ways to improve the reliability and efficiency of these devices are proposed. The authors consider the introduction of multi-criteria fire detectors to be a promising solution. At the same time, the authors point to the lag in their metrological support (in particular, test methods).

**Keywords:** fire safety, fire alarm, false alarms

**For citation:** Snezhko A.A., Babenyshev S.V., Milovidova T.A., Styran A.M., Dvoitsova I.N. Ensuring the reliability of fire alarm systems: problems and prospects // Siberian Fire and Rescue Bulletin.2024. № 4 (35). С. 143-149. (In Russ.) <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.89.77.016>

Анализ статистических данных свидетельствуют о том, что подавляющее большинство (до 90-95%) срабатываний системы пожарной сигнализации (СПС) являются ложными, что связано с разными причинами и факторами. Отказы СПС, то есть ситуации, когда система не срабатывает при реальном пожаре, встречаются значительно реже, однако, представляют гораздо большую опасность.

Существует три главных вида пожарной сигнализации, активно применяемых на хозяйственных объектах современного города. Это пороговая, адресные и адресно-аналоговые системы. Их основные отличия заключаются в механизме срабатывания и особенностях установки в помещениях [1].

**Пороговая.** В системе устанавливаются датчики с особым порогом срабатывания (например, при достижении определенного температурного предела). Шлейфы сигнализации выстраиваются по радиальному принципу. Основным преимуществом такого вида ПС считается доступность.

**Адресно-опросная.** В этом случае контрольная панель регулярно отправляет сигналы извещателям, опрашивая их состояние. Такой вид системы пожарной сигнализации предполагает регулярное слежение за датчиками, отличается высокой информативностью.

**Адресно-аналоговая.** Наиболее функциональная система для раннего оповещения. Контрольная панель запрашивает датчики, а затем самостоятельно принимает решение о состоянии безопасности объекта. Тем самым существенно экономится время: пожарная бригада сможет выехать максимально быстро и устранить возгорание, пока оно не привело к убиткам или жертвам.

Так как охранно-пожарная сигнализация считается достаточно сложной системой, то она требует постоянного контроля за работой всех узлов во избежание неполадок и инициации пожароопасной ситуации. Пожарная безопасность может быть обеспечена регулярным техническим обслуживанием, проводимым только специалистами по диагностике [1]. Выход из строя отдельных узлов, как правило, и происходит из-за несоблюдения норм эксплуатации или несвоевременного технического осмотра. Крайне опасными являются именно неисправности пожарной сигнализации. Согласно требованиям пожарной безопасности дежурный персонал должен следить за исправностью противопожарной сигнализации в круглосуточном режиме и отмечать выявленные недостатки в журнале учета в виде Таблиц.

С другой стороны, чувствительная система предполагает не редкие ситуации срабатывания ложных сигналов, однако тонкая настройка также может оповестить о пожаре задолго до того, как он распространится. Действительно, большинство срабатываний СПС на практике оказывается ложными. При этом, несмотря на значительно низкую вероятность пожара, не стоит отделяться покупкой низкокачественных установок для формального следования закону, чего и придерживаются на практике многие заказчики. Просчёт в подборе установки сигнализации может обернуться трагедией. Ту же ответственность несет и недобросовестное сервисное обследование СПС в силу нежелания заказчика или низкой квалификации исполнителей. Зачастую при установке сигнализации на объектах даже не составляется техническое задание. Если не брать во внимание низкокачественные СПС, то вам нужно будет решить, что для вас важнее: невозмутимость персонала или повышенная внимательность к возгораниям.

Согласно источнику [2] выявляются следующие основные причины ложного срабатывания пожарной сигнализации:

Сильная запыленность рабочих камер точечных оптически-электронных извещателей (следует пересмотреть графики технического обслуживания детекторов, чтобы определить даты последней очистки и тестирования детекторов).

Попадание внутрь камеры извещателя различных насекомых.

Электромагнитные наводки, которые влияют на правильную работу входных и выходных каскадов дымовых извещателей.

Электромагнитные помехи, которые приводят к некорректной работе приемно-контрольного электронного модуля (скачки напряжения, постепенные или периодические падения показателя напряжения, присутствие радиоволн, абсолютное обесточивание или сбой в подаче электропитания).

Неправильная установка пожарных извещателей (например, размещение извещателя вблизи систем вентиляции или на солнечной стороне, размещение детекторов там, где воздушные потоки переносят дым (что часто происходит при установке дымовых извещателей в кухонных помещениях детских садов и школ) или химические пары из некоторых областей установки мимо детекторов в других областях, не связанных с источником загрязняющих веществ).

Неправильная эксплуатация помещений, оборудованных охранной системой от пожаров.

К причинам, которые могут помешать детектору подать сигнал тревоги при наличии пожара можно отнести:

- расположение извещателей вблизи воздухозаборников или приточных каналов, что объясняется разрежением дыма из головок детектора сильными потоками воздуха;
- низкая концентрация дыма, проявляющаяся на ранних стадиях пожара до того момента, как произойдет открытое горение.

С учетом того обстоятельства, что нормативные документы придерживаются обеспечения пожарной безопасности без перестраховки, а многие здания и сооружения имеют локации с повышенной нагрузкой, то предпочтительнее рассматривать широкий спектр различных

устройств, данная необходимость вызвана ограничениями датчиков по способности противостоять как огню, так и механическим повреждениям.

Естественно, что с ростом чувствительности датчика учащаются неисправности. Для сохранения прочности и повышения надежности в схеме пожарной системы параллельно в одной цепи передач соединяется 2 и более датчика. Только при работе 2-х и более датчиков необходимо рассматривать перекрестный метод передачи сигнала (своего рода резервирование). В цепи датчиков используемой пожарной системы при использовании перекрестного метода связи для улучшения работы уменьшается возможность возникновения сбоев. Если работу выполняет только 1 датчик, у действующей пожарной системы могут произойти сбои при передаче задач к спринклерным оросителям, газовому пожаротушению и т.д. Однако при наличии по меньшей мере 2-х датчиков и использовании перекрестного метода передачи возникновения ложных срабатываний значительно уменьшается [2-4].

Набирает силу направление мультикритериальных пожарных извещателей (ИПМ) [5] (Таблицу 1), контролирующих два или более фактора пожара и позволяющих потенциально существенно уменьшить число ложных срабатываний при сохранении достоверности обнаружения пожара. Они особенно полезны при защите зон, где возможны появление аэрозолей (дымов и/или туманов), не являющихся следствиями возгорания. К таким зонам относятся как помещения клубов с дискотечными дымами, ресторанные и бытовые кухни, лабораторные корпуса, так и всевозможные производственные помещения, а также помещения на транспорте, например, дизельные или корабельные помещения. При этом практически исключается риск выхода из строя вследствие коррозии всей СПС одновременно.

**Таблица 1. Возможный набор сенсорных каналов 4-канального ИПМ**

№п/п	Независимые сенсоры
1.	Электрохимический датчик оксида углерода CO
2.	Дымовой оптоэлектронный (фотоэлектрический)
3.	Тепловой с использованием терморезистора
4.	Датчик инфракрасного излучения

В качестве преимуществ своих изделий производителями объявляется наличие так называемых, адаптивных алгоритмов контроля [6], изменяющих внутренние параметры в процессе эксплуатации или в зависимости от характеристик объекта защиты. При этом могут меняться:

- Параметры каждого канала отдельно, в зависимости от показаний других каналов (алгоритм оптимизации контроля параметров).
- Индивидуальные настройки порогов чувствительности, время задержки, частота выборки значений.

Настройка чувствительности (оптимизация, по терминологии производителей) сенсоров при отказе одного из каналов и передача информации о неисправности в контрольный прибор.

Однако реализация широкого применения ИПМ наталкивается на следующие препятствия:

1. Согласно ГОСТ [7] к ИПМ применяются те же методы испытаний, что и к одноканальным извещателям, и стандарты [8,9] не предусматривает изменения параметров извещателя после испытаний, таким образом, исключая возможность тонкой подстройки.

2. Применение производителями адаптивных алгоритмов настройки несет опасность преднамеренной или непреднамеренной подгонки алгоритма под условия испытаний, определенных ГОСТ [8]. Причём, если в основе алгоритма лежат методы машинного обучения

вроде решающих деревьев или их ансамблей, то применение таких алгоритмов сталкивается с хорошо известной в области машинного обучения проблемой переобучения, которая в данном случае проявляется в том, что алгоритм показывает хорошие результаты в узкой области параметров, задаваемых ГОСТом, и может вести себя непредсказуемо за пределами этой области.

Применение методов столь популярного сейчас, искусственного интеллекта, то есть нейросетей, в дополнение, еще сталкивается с известной проблемой интерпретации нейросетей, то есть с ситуацией, когда непонятно, почему извещатель работает именно так, и что ожидать при других значениях параметров испытаний.

По результатам анализа возможных сбоев в работе СПС с целью повышения их надежности была разработана причинно-следственная диаграмма Исикавы (Рис.1).

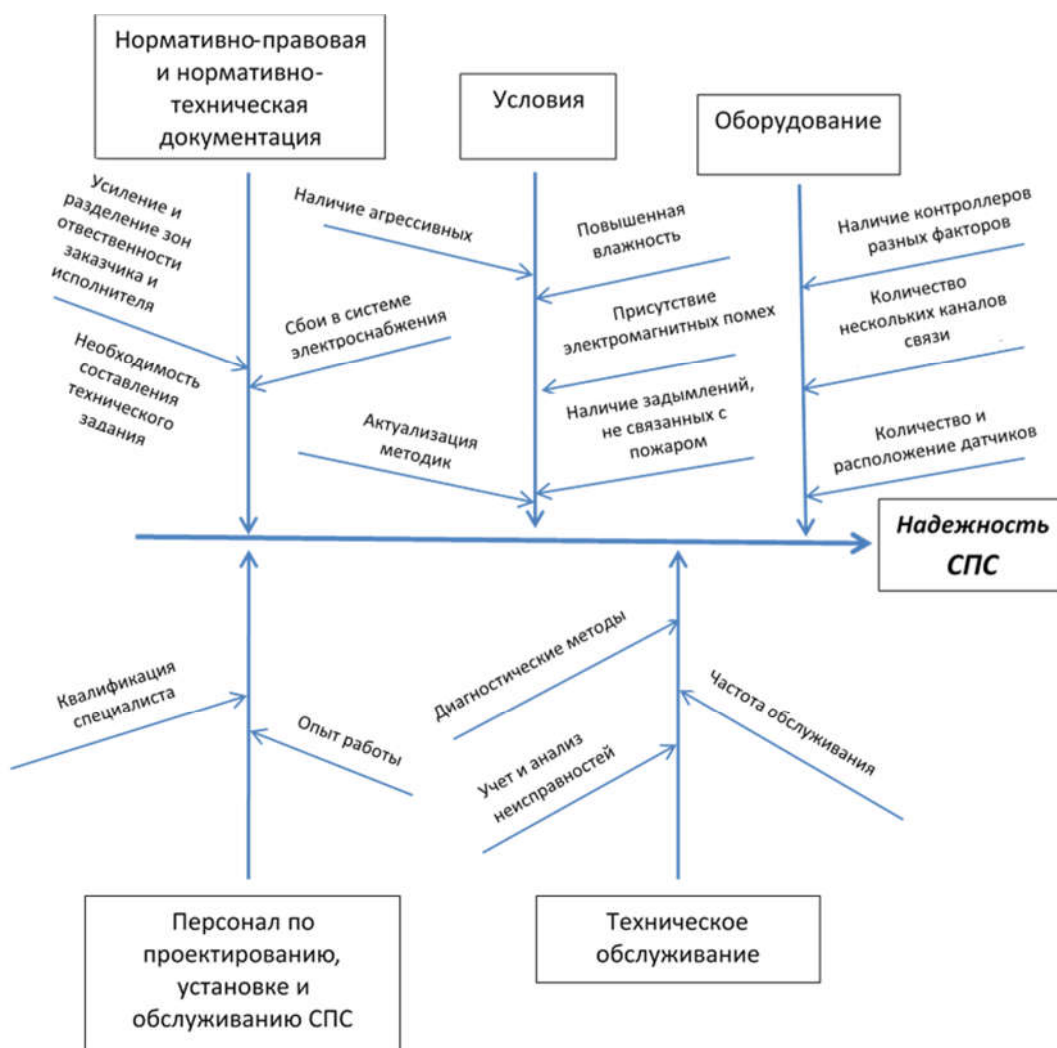


Рис.1. Диаграмма Исикавы повышения надежности СПС

Надежная и эффективная работа СПС является важнейшим фактором обеспечения пожарной безопасности. Соблюдение правил проектирования, монтажа, эксплуатации и обслуживания, а также применение современного оборудования и инновационных технологий позволяет в большинстве случаев существенно снизить риск ложных срабатываний и отказов СПС [10], повысить уровень безопасности объектов и сохранить жизни людей. При этом требуют разрешения некоторые вопросы, лежащие в нормативно-правовом поле:

1. отношения между заказчиком, проектировщиком, установщиком и специалистами по диагностике СПС;
2. оценка соответствия квалификации персонала;
3. актуализация метрологического обеспечения испытательного оборудования для подтверждения соответствия ИПМ нормативным требованиям.

#### Список источников

1. Виды пожарной сигнализации [Электронный ресурс] URL: [https://01service.spb.ru/vidy\\_pozharnoj\\_signalizatsii.htm](https://01service.spb.ru/vidy_pozharnoj_signalizatsii.htm) (дата обращения 20.11.2024).
2. Ивашкин В.Н. Анализ основных нарушений работы систем пожарной сигнализации / Ивашкин В.Н. // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности: Материалы VII Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей, Волгоград, 20–25 апреля 2020 года / Под общей редакцией Ермиловой Н.Ю., Степановой И.Е. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2020. – С. 179-180.
3. Батуро А.Н., Антонов А.В., Мартинович Н.В. Система обнаружения предпожарных состояний на основе контроля индикаторных газов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2010. №1 (1). С. 339-340. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-obnaruzheniyapredpozharnyh-sostoyaniy-na-osnove-kontrolya-indikatornyh-gazov> (дата обращения 24.01.2022).
4. Дарбаков Д.В., Менкеев А.И., Членов А.Н. Современное состояние и перспективы развития аспирационных пожарных извещателей (АПИ) // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. №9. С. 202-205. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennosostoyaniye-i-perspektivy-razvitiya-aspiratsionnyh-pozharnyh-izveschateley-api> (дата обращения 24.01.2022).
5. Гон Хасон Причины ложных срабатываний автоматической пожарной системы оповещения и планы по ее усовершенствованию в Корее // Научные исследования в космических исследованиях Земли. – 2015. – Том 7, № 3. – С. 64-67.
6. Гордеев Ю. Об изменениях отраслевого законодательства // Безопасность зданий и сооружений. 2019. № 2. С. 18-20.
7. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 57552-2017 «Техника пожарная. Извещатели пожарные мультикритериальные. Общие технические требования и методы испытаний» (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 июля 2017 г. № 739-ст) // справочно-правовая система «Гарант»: сайт. – URL: <https://base.garant.ru/72080068/#:~:text=Национальный%20стандарт%20РФ%20ГОСТ%20Р,-%201%20января%202018%20г> (дата обращения 24.01.2024).
8. «ГОСТ Р 53325-2012 Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний с Изменением №1». Дата введения 2014-01-01 // справочно-правовая система «Консорциум Кодекс»: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200102066> (дата обращения 24.01.2024).
9. «ГОСТ Р 59638-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы пожарной сигнализации. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность» (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 24.08.2021 № 791-ст) // «Модуль»: сайт. – URL: <https://www.modul.org/wp-content/uploads/2023/10/gost-r-59638-2021.pdf> (дата обращения 24.01.2024).
10. Менкеев А.И., Дарбаков Д.В., Членов А.Н. Современное состояние рынка дымовых точечных пожарных извещателей // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. №9. С. 592- 595.

#### References

1. Types of fire alarm [Electronic resource] URL: [https://01service.spb.ru/vidy\\_pozharnoj\\_signalizatsii.htm](https://01service.spb.ru/vidy_pozharnoj_signalizatsii.htm) (date of reference 20.11.2024).
2. Ivashkin V.N. Analysis of the main violations of fire alarm systems / Ivashkin V.N. // Actual problems of construction, housing and communal services and technosphere safety: Materials of the VII All-Russian (with international participation) scientific and technical conference of young

researchers, Volgograd, April 20-25, 2020 / Under the general editorship of N.Y. Ermilova, I.E. Stepanova. – Volgograd: Volgograd State Technical University, 2020. – pp. 179-180.

3. Baturo A.N., Antonov A.V., Martinovich N.V. A system for detecting pre-fire conditions based on monitoring indicator gases // Fire safety: problems and prospects. 2010. №.1 (1). pp. 339-340. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-obnaruzheniyapredpozharных-sostoyaniy-na-osnove-kontrolya-indikatorных-gazov> (date of address 24.01.2022).

4. Darbakov D.V., Menkeev A.I., Members A.N. The current state and prospects of development of aspiration fire detectors (API) // Fire safety: problems and prospects. 2018. №. 9. pp. 202-205. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennosostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-aspiratsionных-pozharных-izveschateley-api> (date of application: 24.01.2022).

5. Gon Hason. The reasons for false alarms of the automatic fire alarm system and plans for its improvement in Korea // High-tech technologies in space research of the Earth. - 2015. – Volume 7, №. 3. – pp. 64-67.

6. Gordeev Yu. On changes in industry legislation // Safety of buildings and structures. 2019. №. 2. pp. 18-20.

7. National standard of the Russian Federation GOST R 57552-2017 "Fire-fighting equipment. Multicriteria fire alarms. General technical requirements and test methods" (approved and put into effect by the order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated July 25, 2017 №. 739-st) // reference and legal system "Garant": website. – URL: <https://base.garant.ru/72080068/#:~:text=Нацiянный%20планiРФ%20ГОСТ%20Р,-%201%20января%202018%20г> (date of access 24.01.2024).

8. "GOST R 53325-2012 Fire-fighting equipment. Technical means of fire-fighting automation. General technical requirements and test methods with Amendment №. 1". Date of introduction 2014-01-01 // reference and legal system "Consortium Code": website. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200102066> (date of access 24.01.2024).

9. «GOST R 59638-2021. National standard of the Russian Federation. Fire alarm systems. Guide to design, installation, maintenance and repair. Performance test methods» (approved and put into effect by Order of Rosstandart dated 08.24.2021 No. 791-st) // «Module»: website. – URL: <https://www.modul.org/wp-content/uploads/2023/10/gost-r-59638-2021.pdf> (date of access 24.01.2024).

10. Menkeev A.I., Darbakov D.V., Members A.N. The current state of the market of smoke spot fire detectors // Fire safety: problems and prospects. 2018. №.9. pp. 592-595.

#### Информация об авторах

А.А. Снежко - кандидат технических наук

С.В. Бабеньшев - кандидат физико-математических наук

Т.А. Миловидова - кандидат физико-математических наук

А.М. Стыран - кандидат технических наук

И.Н. Двойцова - кандидат сельскохозяйственных наук

#### Information about the authors

A.A. Snezhko - Ph.D. of Engineering Sciences

S.V. Babenyshev - Ph.D of Physical and Mathematical Sciences

T.A. Milovidova - Ph.D of Physical and Mathematical Sciences

A.M. Styran - Ph.D. of Engineering Sciences

I.N. Dvoitsova - Ph.D of Agricultural Sciences

**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 18.11.2024, одобрена после рецензирования 02.12.2024, принята к публикации 04.12.2024.

The article was submitted 18.11.2024, approved after reviewing 02.12.2024, accepted for publication 04.12.2024.