

**Метод сбалансированного распределения нагрузки на серверы информационных систем органов внутренних дел Российской Федерации**

**А.И. Янгиров<sup>1</sup>, Е.А. Рогозин<sup>2</sup>, П.М. Дуплякин<sup>2</sup>, А.О. Ефимов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФКУ «НИЦ «Охрана» Росгвардии,

<sup>1</sup> 111539, г. Москва, Реутовская, 12Б, Россия,

<sup>2</sup> Воронежский институт МВД России,

<sup>2</sup>394065, г. Воронеж, проспект Патриотов, 53, Россия

**Резюме. Цель.** В статье предложен метод распределения нагрузки на серверы информационных систем органов внутренних дел Российской Федерации. **Метод.** Исследование методологически базируется на анализе функционирования информационно-серверной инфраструктуры, а также опубликованных научных работ по тематике распределения нагрузки на серверную составляющую информационных систем. **Результат.** Рассмотрены основные алгоритмы и методы. Представлена модель балансировки нагрузки между серверами. Предложен метод сбалансированного распределения нагрузки на серверы информационных систем органов внутренних дел Российской Федерации; приведены результаты моделирования применения предлагаемого решения. **Вывод.** Метод может быть использован для повышения надежности и устойчивости функционирования информационных систем. Отмечается перспективность исследований по направлению распределения нагрузки на серверную составляющую информационных систем.

**Ключевые слова:** информационная система, серверы, распределение нагрузки, устойчивость функционирования, распределение вычислительных ресурсов

**Для цитирования:** А.И. Янгиров, Е.А. Рогозин, П.М. Дуплякин, А.О. Ефимов. Метод сбалансированного распределения нагрузки на серверы информационных систем органов внутренних дел Российской Федерации. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2025;52(4):181-187. DOI:10.21822/2073-6185-2025-52-4-181-187

**Method of balanced load distribution on servers of information systems of the internal affairs agencies of the Russian Federation**

**A.I. Yangirov<sup>1</sup>, E.A. Rogozin<sup>2</sup>, P.M. Duplyakin<sup>2</sup>, A.O. Efimov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> FSI «SRC «OKHRANA» of the Federal service of National Guard of Russia,

<sup>1</sup>12B Reutovskaya Str., Moscow 111539, Russia,

<sup>2</sup>Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia,

<sup>2</sup>53 Patriots Ave., Voronezh 394065, Russia

**Abstract. Objective.** A method for distributing the load on servers of information systems of the internal affairs agencies of the Russian Federation is proposed. **Method.** The study is based on methods for analyzing the functioning of information server infrastructure, as well as scientific papers on the topic of load balancing on the server component of information systems. **Results.** The main algorithms and methods are discussed. A model for balancing loads between servers is presented. A method for balanced load distribution on servers of information systems of the internal affairs agencies of the Russian Federation is proposed; simulation results of the proposed solution are presented. **Conclusion.** The authors note the potential of research in the area of load distribution on the server component of information systems. The proposed method can be used to improve the reliability and sustainability of information systems.

**Keywords:** information system, servers, load, stability, distribution of computing resources

**For citation:** A.I. Yangirov, E.A. Rogozin, P.M. Duplyakin, A.O. Efimov. The method of balanced load distribution on the servers of information systems of the internal affairs bodies of the Russian Federation. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2025;52(4):181-187. DOI:10.21822/2073-6185-2025-52-4-181-187

**Введение.** Современные информационные системы органов внутренних дел играют ключевую роль в обеспечении безопасности и правопорядка. Однако с увеличением объема обрабатываемых данных и ростом числа пользователей, к которым относятся как сотрудники правоохранительных органов, так и граждане, увеличивается и нагрузка на серверы этих систем. Повышенная нагрузка может привести к серьезным проблемам, которые угрожают не только эффективности работы, но и безопасности данных.

Одним из наиболее очевидных последствий перегрузки серверов является замедление работы систем. Время отклика на запросы возрастает, что усложняет доступ к необходимой информации. В критических ситуациях, когда оперативность реагирования имеет решающее значение, такие задержки могут значительно повлиять на своевременное исполнение задач. При высокой нагрузке серверы могут выйти из строя, что приведет к полной недоступности информационных систем. Это, в свою очередь, напрямую влияет на работу органов внутренних дел (например, возможность регистрировать заявления, проводить проверки баз данных и тому подобное). Перегрузка серверов может служить причиной сбоя в системе, что в свою очередь может привести к повреждению или полной потере важной информации. Сбои в информационных системах могут привести к несанкционированному доступу к личным данным, что может иметь серьезные правовые, этические и репутационные последствия для органов внутренних дел [1-3].

**Постановка задачи.** С учетом всех вышеперечисленных проблем становится очевидным, что для обеспечения надежности и эффективной работы информационных систем органов внутренних дел следует уделить внимание корректному распределению нагрузки на серверы. Распределение нагрузки между несколькими серверами увеличивает устойчивость системы к сбоям. Если один сервер выходит из строя, другие продолжают функционировать, что позволяет гарантировать непрерывность обработки данных. Эффективное распределение нагрузки позволяет оптимально использовать ресурсы всей системы, что снижает энергопотребление и увеличивает срок службы оборудования, а также уменьшает операционные затраты. Кроме того, для корректного распределения нагрузки существуют специальные алгоритмы, которые могли бы способствовать решению данной проблемы, а также эффективнее использовать информационные системы органов внутренних дел.

**Методы исследования.** Данное исследование основано на анализе проблематики работы информационных систем и серверной составляющей, а также различных источников научной литературы и публикаций.

**Обсуждение результатов.** Вопросы распределения нагрузки на серверы различных систем рассматривались в следующих исследованиях [4 - 6]. В современном мире информационные системы стали неотъемлемой частью различных сфер жизни - от государственного управления до коммерческих предприятий. Системы обрабатывают огромные объемы данных и предоставляют доступ к различным услугам миллионам пользователей. В условиях увеличения нагрузки на серверы может возникнуть множество проблем, которые затрудняют стабильную работу систем и ставят под угрозу их эффективность.

Основной причиной разработки специальных алгоритмов распределения нагрузки на серверы является то, что информационные системы часто испытывают резкие скачки в потоке запросов. Это может происходить в ходе пиковых нагрузок, когда большое количество пользователей одновременно пытается получить доступ к одной и той же услуге или ресурсу. Если не применять алгоритмы, способные эффективно управлять этой нагрузкой, определенные серверы могут полностью перегружаться, в то время как другие остаются недогруженными. Результатом таких дисбалансов становится не только снижение общей

производительности системы, но и рост времени отклика, что может негативно сказаться на пользовательском опыте. При использовании алгоритмов распределения нагрузки система становится более гибкой и адаптивной к изменениям в рабочей нагрузке. Эти алгоритмы позволяют сбалансировать запросы пользователей между несколькими серверами, что делает возможным равномерное распределение ресурсов и предотвращает перегрузку отдельных компонентов. Таким образом, даже при резком увеличении количества обращений к системе оставшаяся часть инфраструктуры продолжает работать стабильно и эффективно. Это, в свою очередь, способствует более быстрому реагированию на запросы, что критически важно, особенно в тех сферах, где временные задержки могут иметь серьезные последствия, например, в экстренных службах или финансовых учреждениях.

Кроме того, правильное распределение нагрузки становится значительным фактором в обеспечении безопасности информационной системы. Серверы, которые работают на пределе своих возможностей, подвержены сбоям и становятся уязвимыми к кибератакам. Если система перегружена, это может привести не только к простоям, но и к утечке конфиденциальной информации. Алгоритмы распределения нагрузки помогают минимизировать такие риски, так как снижается вероятность того, что какой-либо один сервер станет местом, которое может быть атаковано.

Не стоит также забывать о финансовых аспектах. Правильное распределение нагрузки снижает потребность в чрезмерном количестве оборудования. Вместо того чтобы постоянно наращивать мощность серверов для поддержки пиковых нагрузок, организации могут использовать существующие ресурсы более эффективно. Это оптимизирует затраты на инфраструктуру и позволяет избежать необходимости в частой замене устаревшего оборудования. Использование алгоритмов распределения нагрузки в информационных системах – это не просто техническая мера, а необходимость для обеспечения их эффективной и надежной работы. В условиях растущей сложности и объемности данных, а также увеличения числа пользователей такие алгоритмы становятся важным инструментом для достижения высокой производительности и оперативности, которые необходимы для полноценного функционирования современных информационных систем.

В соответствии с исследованиями, проведенными в рамках разработки методов и моделей повышения живучести информационных систем на основе оценки внешних воздействий, подходы к реализации которых изложены в публикации [7], современные модели информационных систем получили в последнее время широкое распространение в первую очередь благодаря наличию механизма параллельной обработки запросов при выполнении задач и возможности неограниченного наращивания вычислительных узлов, но их разработка является нетривиальной задачей. Проблемы связаны с построением информационных систем подразделяются на системные (настройки системы под конкретный набор задач и эффективное управление ею в режиме мультизадачности) и архитектурные (определение производительности вычислительных узлов, задержка при передаче данных, и тому подобное). Для их решения применяются методы балансировки нагрузки.

Для построения методологии балансировки нагрузки распределенной информационной системы модель информационной системы может быть разделена на два уровня иерархии: генератор запросов; центр управления.

Первый уровень работает как терминал, то есть, создает запросы и отправляет их на обработку, формирующие таким образом отдельные потоки. Второй уровень обрабатывает полученные от генератора запросы. Центр управления содержит в своей структуре, вычислитель, буфер запросов, которые накапливают необработанные запросы, и диспетчеры, состоящие из дополнительных центров управления. Дополнительные центры управления запускаются диспетчером с целью обработки запросов, находящихся в очереди в буфере. При минимальном трафике поступления запросов все вычисления осуществляются на уровне центра управления согласно порядку очереди их представления генератором запросов. Но с увеличением количества запросов вычислительная мощность

не позволяет обработать все запросы, в результате чего происходит накопление запросов в буфере (рис. 1).

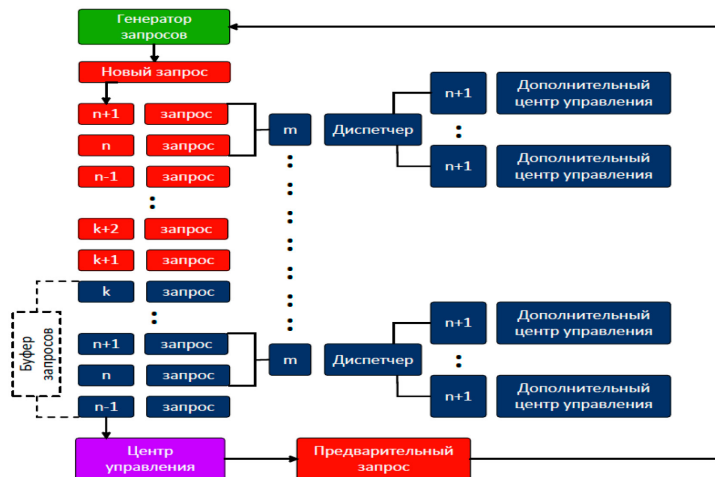


Рис. 1 – Схема с диспетчером балансировки нагрузки информационной системы  
 Fig. 1 – Design with load balancing manager information system

При достижении заданного количества запросов в буфере, центр управления запускает отдельные потоки диспетчеров, балансирующие нагрузку в системы. Диспетчер вычисляет количество дополнительных центров управления, необходимых для уменьшения количества запросов в буфере, при этом каждый дополнительный центр управления запускается в отдельном потоке. При балансировке нагрузки на аппаратные ресурсы серверов организации определяется распределение нагрузки между кластерами внутренней сети и распределение нагрузки в рамках отдельного кластера. При этом уровень нагрузки можно определить через коэффициент загрузки центральных процессоров серверов:

$$K_{ЦП} = \frac{n_{ц}n_{з}}{fk_{м}} + k_{ос} + k_{з} \quad (1)$$

- где:  $n_{ц}$  – количество циклов одной сессии;  
 $n_{з}$  – количество запросов;  
 $f$  – среднее значение тактовой частоты;  
 $k_{м}$  – коэффициент многоядерности;  
 $k_{ос}$  – коэффициент загрузки ОС;  
 $k_{з}$  – коэффициент загрузки (связан с дополнительными процессами на сервере, несвязанными с запросами).

Взаимосвязь коэффициентов, указанных в формуле 1, можно представить в следующем виде (рис. 2).

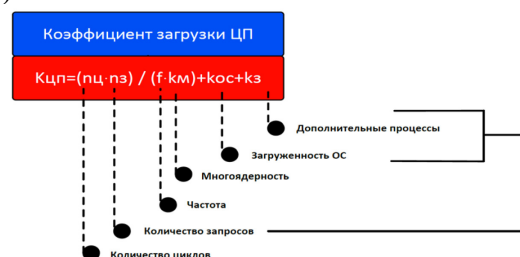


Рис. 2 – Визуализация взаимосвязи коэффициентов подхода к определению уровня нагрузки информационной системы

Fig. 2 – Visualization of the relationship between the coefficients of the approach to determining the load level of an information system

При балансировке нагрузки определяется пропорция распределения запросов между серверами, а также происходит динамическая корректировка данной пропорции при изменении условий работы системы. Для этого вводится понятие относительного рейтинга  $i$ -го сервера  $R_i$ , рассчитываемого на основе данных о количестве запросов, поступающих на  $i$ -ый сервер  $n_{з-i}$  и общем количестве запросов системы из  $k$  серверов  $\sum_{i=1}^k n_{з-i}$ :

$$R_i = \frac{n_{3-i}}{k_{\text{ЦП-}i} \sum_{i=1}^m n_{3-i}} \quad (2)$$

Уровень относительного рейтинга сервера системы с  $k$  серверов позволяет определить оптимальную судьбу запросов для отдельной рабочей платформы, таким образом, чтобы нагрузка для всех серверов была примерно одинаковой. На основании представленных исследований осуществим моделирование работы алгоритма балансировки нагрузки на примере разветвленной информационной сети, в состав которой входит три сервера:

- сервер № 1 - способен обработать 4000 запросов;
- сервер № 2 - способен обработать 7000 запросов;
- сервер № 3 - способен обработать 10500 запросов.

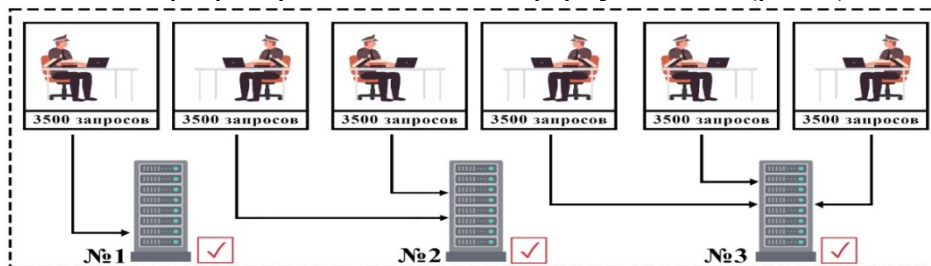
Без балансировки нагрузки общее количество запросов (21000) по серверам будет распределено равномерно (рис. 3), по 7000 запросов на один сервер.



**Рис. 3 – Схема работы распределенной информационной системы без балансировки нагрузки**

**Fig. 3 – Scheme of operation of a distributed information system without load balancing**

Исходя из рис. 3, сервер № 1 перегружен, сервер № 2 загружен оптимально, а сервер № 3 нагружен недостаточно. При использовании схемы по балансировке нагрузки (рис. 1) на сервер № 1 будет поступать 3500 запросов, на сервер № 2 – 7000 запросов, на сервер № 3 – 10500 запросов, в соответствии со значением относительного рейтинга каждого из серверов, рассчитанного по формулам 1 и 2 (рис. 4).



**Рис. 4 – Схема работы распределенной информационной системы с балансировкой нагрузки**

**Fig. 4 – Scheme of operation of a distributed information system with load balancing**

В предлагаемой схеме предусмотрен механизм автоматической балансировки информационной системы в случаях аварийной работы сети. При выходе из строя наиболее мощного сервера (сервер № 3) вычислительная мощность информационной системы снизится вдвое, но ресурсы будут распределены равномерно между серверами № 1 и № 2.



**Рис. 5 – Схема балансировки нагрузки при аварийной работе информационной системы**

**Fig. 5 – Emergency load balancing scheme information system**

В результате моделирования работы предлагаемой схемы балансировки наблюдаются положительные изменения в распределении запросов между серверами.

Без балансировки нагрузки (рис. 3) сервер № 1 перегружен, сервер № 2 загружен оптимально, а сервер № 3 недогружен, что приводит к неэффективному использованию ресурсов. С внедрением схемы балансировки нагрузки (рис. 4) запросы распределяются более рационально: сервер № 1 обрабатывает 3500 запросов, сервер № 2 – 7000 запросов, а сервер № 3 – 10500 запросов, что позволяет избежать перегрузки серверов, а также повысить общую эффективность системы. Кроме того, механизм автоматической балансировки в случае аварийной работы одного из серверов позволяет перераспределить нагрузку между оставшимися серверами, что гарантирует стабильную работу системы даже в условиях сбоев. В целом, предложенная модель балансировки нагрузки может повысить производительность и устойчивость информационной системы.

**Вывод.** Таким образом, предложенный алгоритм позволяет динамически определять пропорции распределения запросов для сохранения равномерной загрузки имеющихся аппаратных ресурсов. Подобные алгоритмы, распределяющие нагрузку, предотвращают перегрузку отдельных серверов, позволяя системе обрабатывать больше запросов и обеспечивая быстрый отклик. Внедрение алгоритмов распределения нагрузки требует первоначальных затрат, однако в долгосрочной перспективе это может значительно сократить расходы, препятствуя дорогостоящим простоям и обеспечивая сохранность данных. Кроме того, системы с распределением нагрузки легче развивать. При необходимости добавление новых серверов позволяет обеспечить пропорциональное увеличение мощности системы.

Предлагаемый подход и представленное в статье направление исследований перспективны и при достаточной проработке могут применяться для информационных систем органов внутренних дел Российской Федерации.

Внедрение и эффективное использование алгоритмов распределения нагрузки представляют собой стратегически важный шаг для обеспечения устойчивости и надежности информационных систем. Эти технологии не только способствуют повышению производительности и безопасности, но и позволяют оптимизировать затраты и ресурсы. В эпоху цифровизации, когда информационные системы становятся все более сложными и многогранными, их успешное функционирование напрямую зависит от способности адаптироваться к быстро меняющимся условиям. Поэтому исследования алгоритмов, обеспечивающих равномерное распределение нагрузки, является необходимым шагом на пути к эффективному управлению цифровыми процессами в любой организации. Это создает не только более гибкие и эффективные системы, но и улучшает общий пользовательский опыт, обеспечивая доступность и скорость выполняемой работы пользователями.

#### **Библиографический список:**

1. Анализ особенностей функционирования защищенных автоматизированных систем органов внутренних дел в условиях воздействия угроз несанкционированного доступа / А.О. Ефимов, В.С. Наседкина, А.Д. Попов, Е.А. Рогозин, В.Р. Романова // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2023. – Т. 50, № 1. – С. 81-88. – DOI 10.21822/2073-6185-2023-50-1-81-88. – EDN WRBRHY.
2. Анализ и особенности функционирования защищенных автоматизированных систем органов внутренних дел в условиях воздействия угроз несанкционированного доступа / В.Р. Романова, Е.А. Рогозин, А.О. Ефимов // Вопросы обеспечения безопасности в киберпространстве: Материалы Всероссийской научно-технической конференции, Махачкала, 16 декабря 2022 года. – Махачкала: Дагестанский государственный технический университет, 2022. – С. 224-230. – EDN VJUTOO.
3. Анализ существующих угроз внешнего нарушителя к информационному ресурсу веб-серверов в автоматизированных системах органов внутренних дел Российской Федерации / В.Р. Романова, Е.А. Рогозин // Охрана, безопасность, связь. – 2023. – № 8-3. – С. 62-69. – EDN DSQRQW.
4. Алгоритм балансировки нагрузки центра обработки данных на основе нелинейной прогнозной модели / В.П. Мочалов, Н.Ю. Братченко, Д.В. Гостица // Современные наукоемкие технологии. – 2024. – № 3. – С. 62-68. – DOI 10.17513/snt.39947. – EDN JHDSZ.

5. Методы балансировки нагрузки в информационных системах / Е.Д. Архипцев, Н.С. Мокрецов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2024. – Т. 67, № 4. – С. 345-351. – DOI 10.17586/0021-3454-2024-67-4-345-351. – EDN IWWVUW.
6. Автоматизация процесса распределения нагрузки между серверами приложений/Б.В. Дорош// Фундаментальные и прикладные исследования молодых учёных: Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, приуроченной к празднованию 300-летия Российской академии наук, Омск, 25–26 апреля 2024 года. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2024. – С. 501-505. – EDN HASWDG.
7. Современные направления защиты центра обработки данных от кибератак / Я.В. Шестак, Д. Огбу, А.Г. Оксюк // Journal of Advanced Research in Technical Science. – 2017. – № 4. – С. 59-61. – EDN YHGDLN.

#### References:

1. Analysis of the features of the functioning of protected automated systems of internal affairs bodies under the influence of threats of unauthorized access / A.O. Efimov, V.S. Nasedkina, A.D. Popov, E.A. Rogozin, V.R. Romanova. *Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences*. 2023;50(1): 81-88. – DOI 10.21822/2073-6185-2023-50-1-81-88. – EDN WRBRHY. (In Russ)
2. Analysis and features of the functioning of secure automated systems of internal affairs bodies under the influence of threats of unauthorized access. V.R. Romanova, E.A. Rogozin, A.O. Efimov. *Issues of ensuring security in cyberspace: Materials of the All-Russian Scientific and Technical Conference*, Makhachkala, December 16, 2022. – Makhachkala: Dagestan State Technical University, 2022;224-230. – EDN BJUTOO. (In Russ)
3. Analysis of existing threats from an external intruder to the information resource of web servers in automated systems of internal affairs bodies of the Russian Federation / V. R. Romanova, E. A. Rogozin. *Security, safety, communications*. 2023;8(3):62-69. – EDN DSQRQW. (In Russ)
4. Algorithm for balancing the load of a data processing center based on a nonlinear predictive model / V.P. Mochalov, N.Yu. Bratchenko, D.V. Gosteva. *Modern High technology*. 2024;3:62-68. – DOI 10.17513/snt.39947. – EDN JHDSZ. (In Russ)
5. Methods of load balancing in information systems / E.D. Arkhiptsev, N.S. Mokretsov. *News of higher educational institutions. Instrumentation*. 2024;67(4):345-351. – DOI 10.17586/0021-3454-2024-67-4-345-351. – EDN IWWVUW. (In Russ)
6. Automation of the process of load distribution between application servers / B.V. Dorosh. Fundamental and applied research of young scientists: Collection of materials of the VIII International scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists, dedicated to the celebration of the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences, Omsk, April 25–26, 2024. – Omsk: Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), 2024: 501-505. – EDN HASWDG. (In Russ)
7. Modern trends in protecting a data center from cyber attacks / Y.V. Shestak, D. Ogbu, A.G. Oksiyuk. *Journal of Advanced Research in Technical Science*. 2017;4:59-61. – EDN YHGDLN. (In Russ)

#### Сведения об авторах:

Адил Илдарович Янгиров, начальник отделения лабораторных исследований и испытаний; [adil-yan@yandex.ru](mailto:adil-yan@yandex.ru)

Евгений Алексеевич Рогозин, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры автоматизированных информационных систем ОВД; [evgenirogozin@yandex.ru](mailto:evgenirogozin@yandex.ru)

Дуплякин Петр Михайлович, преподаватель кафедры радиотехнических систем и комплексов охранного мониторинга; [00008540@mail.ru](mailto:00008540@mail.ru)

Алексей Олегович Ефимов, преподаватель кафедры автоматизированных информационных систем ОВД; [ea.aleksei@yandex.ru](mailto:ea.aleksei@yandex.ru)

#### Information about authors:

Adil I. Yangirov, Head of the Laboratory Research and Testing; [adil-yan@yandex.ru](mailto:adil-yan@yandex.ru)

Evgeny A. Rogozin, Dr. Sci. (Eng.), Assoc. Prof., Prof., Department of Automated Information Systems of Internal Affairs Bodies; [evgenirogozin@yandex.ru](mailto:evgenirogozin@yandex.ru)

Piotr M. Duplyakin, Lecturer at the Department of Radio Engineering Systems and Security Monitoring Complexes; [00008540@mail.ru](mailto:00008540@mail.ru)

Aleksey O. Efimov, Lecturer, Department of Automated Information Systems of Internal Affairs Bodies; [ea.aleksei@yandex.ru](mailto:ea.aleksei@yandex.ru)

#### Конфликт интересов/Conflict of interest.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов/The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию/Received 20.05.2025.

Одобрена после рецензирования/Reviced 29.06.2025.

Принята в печать /Accepted for publication 26.07.2025.