

## Анализ применимости моделей управления системой профилактики пожаров

Георгий Николаевич Лахвицкий ✉

Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, г. Москва, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** В современных условиях регулирование обстановки с пожарами осуществляется путем реализации двух основных направлений: профилактики и создания системы обеспечения пожарной безопасности. Создание системы обеспечения пожарной безопасности обеспечивается собственником объекта, а вопросы пожарной профилактики обеспечиваются широким кругом субъектов.

**Цели и задачи.** Задача исследования состоит в поиске модели управления системой профилактики пожаров, обеспечивающей регулирование обстановки с пожарами и их последствиями.

**Материалы и методы.** Проведен экспертный опрос, сформулированы 4 математические модели регулирования обстановки с пожарами. Обеспечена проверка и интерпретация результатов, при этом условию применимости в современной практической деятельности соответствует только одна математическая модель, основанная на взаимосвязи профилактики пожаров и интегральных пожарных рисков. В ходе исследования применены методы статистического анализа (дисперсионный, корреляционный и регрессионный) данных.

**Результаты и их обсуждение.** Сравнение величины интегральных пожарных рисков возможно только для территорий, на которых обеспечивается единый порядок учета пожаров. Обоснована классификация муниципальных образований на три основные группы (городские, смешанные и сельские), в которых уровень взаимосвязи между количеством профилактической работы и величиной интегральных пожарных рисков имеет существенные различия.

Наибольший уровень корреляции наблюдается между количеством профилактической работы и риском для человека погибнуть при пожаре. А величина коэффициента детерминации находится на приемлемом уровне (более 0,5) только для населенных пунктов типов «смешанные» и «сельские».

**Выводы.** Для управления организационной системой профилактики пожаров приемлема модель, основанная на взаимосвязи величины пожарных рисков и количества профилактической работы, основанной на методах статистического анализа. Предложенная модель имеет статистическую погрешность около 20 %, что приемлемо для краткосрочных прогнозов. Вместе с тем необходимо учитывать, что данная модель не обладает достаточной надежностью для оценки аналогичной взаимосвязи в населенных пунктах типа «городские».

**Ключевые слова:** интегральные пожарные риски; пожарная опасность территорий; профилактика пожаров; эффективность пожарной профилактики

**Для цитирования:** Лахвицкий Г.Н. Анализ применимости моделей управления системой профилактики пожаров // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2025. Т. 34. № 5. С. 79–92. DOI: 10.22227/0869-7493.2025.34.05.79-92

✉ Лахвицкий Георгий Николаевич, e-mail: egor70288@mail.ru

## Analysis of the applicability of fire prevention system management models

Georgy N. Lakhvitsky ✉

The State Fire Academy of the Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination on Consequences of Natural Disasters, Moscow, Russian Federation

### ABSTRACT

**Introduction.** In modern conditions, the regulation of the fire situation is carried out through the implementation of two main directions: prevention and the creation of a fire safety system. The creation of a fire safety system is provided by the owner of the facility, and fire prevention issues are provided by a wide range of subjects.

**Goals and objectives.** The purpose of the research is to find a management model for the fire prevention system that regulates the situation with fires and their consequences.

**Materials and methods.** An expert survey was conducted, and 4 mathematical models for regulating the fire situation were formulated. Verification and interpretation of the results are provided, while only one mathematical model based on the relationship between fire prevention and integral fire risks corresponds to the condition of applicability in modern practice. The methods of statistical analysis (variance, correlation and regression) of the data were applied in the course of the study.

**Results and their discussion.** Comparison of the magnitude of integral fire risks is possible only for territories where a uniform fire accounting procedure is provided. The classification of municipalities into three main groups (urban, mixed and rural) is substantiated, in which the level of relationship between the amount of preventive work and the magnitude of integral fire risks has significant differences.

The highest level of correlation is observed between the amount of preventive work and the risk of a person dying in a fire. And the value of the coefficient of determination is at an acceptable level (more than 0.5) only for settlements of the "mixed" and "rural" types.

**Conclusions.** To manage the organizational system of fire prevention, a model based on the relationship between the magnitude of fire risks and the amount of preventive work based on statistical analysis methods is acceptable. The proposed model has a statistical error of about 20 %, which is acceptable for short-term forecasts. However, it should be borne in mind that this model does not have sufficient reliability to assess a similar relationship in urban settlements.

**Keywords:** integral fire risks; fire danger of territories; fire prevention; effectiveness of fire prevention

**For citation:** Lakhvitsky G.N. Analysis of the applicability of fire prevention system management model. *Pozharovzryvo-bezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2025; 34(5):79-92. DOI: 10.22227/0869-7493.2025.34.05.79-92 (rus).

✉ Georgy Nikolaevich Lakhvitsky, e-mail: egor70288@mail.ru

## Введение

Проблеме пожаров и их последствий (гибели, травмирования и материального ущерба) уделяется пристальное внимание. Усилия пожарных всего мира направлены на сокращение количества пожаров и смягчение их последствий. На международном уровне<sup>1,2</sup> сформулировано 5 принципов пожарной безопасности, которые применяются на каждом этапе жизненного цикла объекта защиты:

1. Профилактика пожаров.
2. Обнаружение пожара и оповещение о нем.
3. Пассивная (например, создание путей эвакуации) и активная (например, системы противодымной вентиляции) защита.
4. Ограничение распространения пожара.
5. Пожаротушение.

Соблюдение и выполнение на практике перечисленных принципов позволяет добиться улучшения обстановки с пожарами.

<sup>1</sup> International Fire Safety Standards: Common Principles. Safe Buildings Save Lives International Fire Safety Standards Coalition. 1st ed. (Международные стандарты пожарной безопасности: общие принципы. Международная коалиция по стандартам пожарной безопасности «Безопасные здания спасают жизни»). 1-е изд.). Published by the International Fire Safety Standards Coalition (IFSSC). ISBN 978-1-78321-384-9. URL: <https://ifss-coalition.org/> (URL: [https://unece.org/DAM/hlm/documents/Standards/UNECE\\_International\\_Fire\\_Safety\\_Standards\\_October\\_2020.pdf](https://unece.org/DAM/hlm/documents/Standards/UNECE_International_Fire_Safety_Standards_October_2020.pdf)).

<sup>2</sup> Записка Комитета по градостроительству, жилищному хозяйству и землепользованию Европейской экономической комиссии Экономического и социального совета Организации объединенных наций. Восемьдесят первая сессия. Женева, 6–8 октября 2020 года. Пункт 6 с) предварительной повестки дня. Обзор осуществления программ работы на 2018–2019 годы и на 2020 год: приемлемое по цене, достаточное, энергоэффективное и здоровое жилье: стандарты пожарной безопасности зданий. ECE/HBP/2020/7. GE. 20-10104 (R) 130820 170820. URL: [https://unece.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/2020/ECE\\_HBP\\_2020\\_7-R.pdf](https://unece.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/2020/ECE_HBP_2020_7-R.pdf)

Современное российское законодательство также придерживается указанных принципов, при этом они преобразованы в 3 основных направления деятельности: профилактика пожаров, создание системы обеспечения пожарной безопасности и тушение пожаров. В реализации всех трех направлений деятельности прямо или опосредовано участвуют подразделения МЧС России.

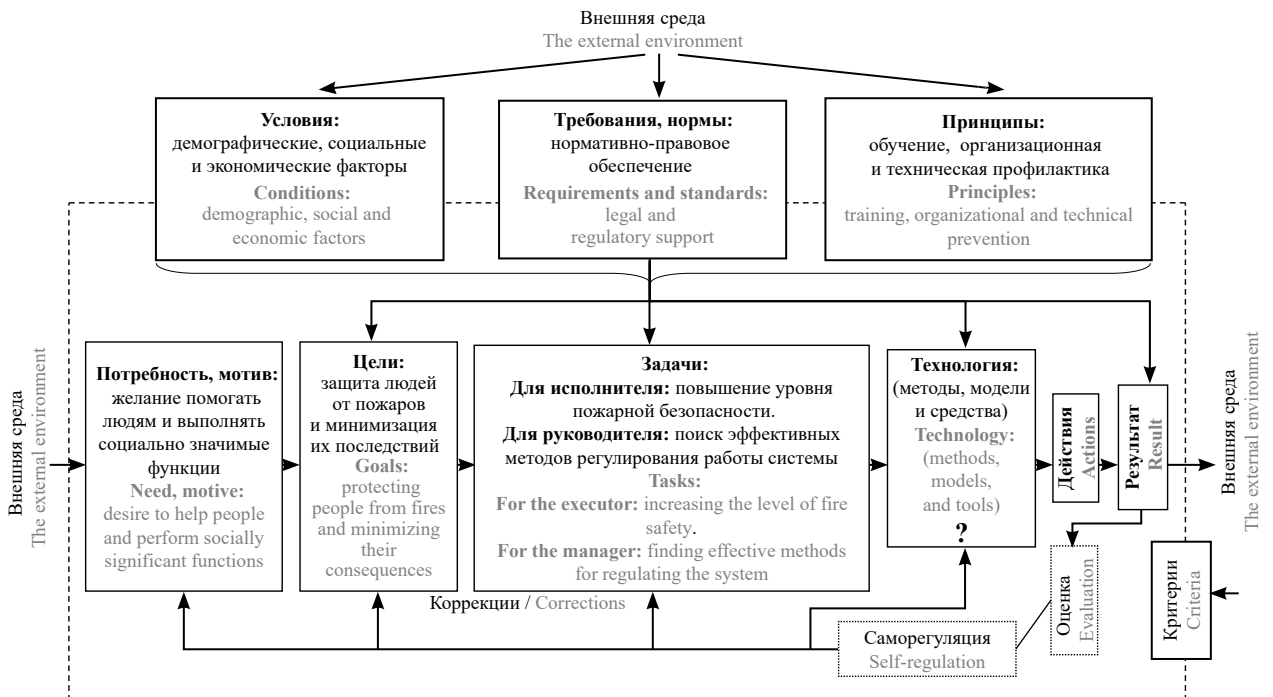
Так, профилактика пожаров<sup>3</sup> является одной из основных задач пожарной охраны. При этом необходимо учитывать, что профилактическая работа осуществляется большим количеством различных субъектов, так наряду с подразделениями пожарной охраны в ней принимают участие органы государственной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления, подразделения федерального государственного пожарного надзора [1] и различные организации.

Контроль за созданием и состоянием систем обеспечения пожарной безопасности объектов защиты осуществляется подразделениями федерального государственного пожарного надзора. Тушение пожаров и спасение обеспечивается всеми видами пожарной охраны.

Аналогичная систематизация приведена для полномочий органов местного самоуправления в области пожарной безопасности [2].

Регулирование уровня пожарной безопасности территорий предполагается силами системы профилактики пожаров путем реализации первых двух задач: осуществление профилактической работы, создание и контроль за состоянием системы обес-

<sup>3</sup> О пожарной безопасности : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ. Ст. 4. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/3c04604277ae30a43d8d56dcf1c75cc25c5dbe1c/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/3c04604277ae30a43d8d56dcf1c75cc25c5dbe1c/) (дата обращения: 21.06.2025).



**Рис. 1.** Структурные компоненты управления системой профилактики пожаров  
**Fig. 1.** Structural components of fire prevention system management

печения пожарной безопасности, так как тушение пожаров осуществляется только в случаях неэффективности первых двух этапов.

При этом управление деятельностью системы профилактики пожаров и модели принятия решений выстраиваются по схеме, предложенной Д.А. Новиковым [3], определяющей границы внешней среды и взаимосвязи основных компонентов деятельности. Данная схема, адаптированная под решаемую задачу, представлена на рис. 1.

В рассматриваемом случае наиболее сложным для принятия управленческого решения является процесс выбора технологии управления, основанной на эффективной модели.

### Материалы и методы

Выбор математических моделей, подходящих для управления системой профилактики пожаров, осуществлен на основании опроса экспертной группы, сформированной в соответствии с работой [4], проведен анализ сложившейся ситуации и предложены возможные модели регулирования количества пожаров и их последствий. Основные этапы, предшествующие принятию конкретного управленческого решения, приведены на рис. 2.

Модель с условным названием «перераспределение нагрузки» предусматривает изучение и оптимизацию трудозатрат инспекторского состава по основным видам деятельности, что в конечном итоге оказывает положительное влияние как на управле-

мость самой системы, так и на уровень пожарной безопасности обслуживаемой подразделением территории [5, 6]. В последние годы численность личного состава подразделений надзорной деятельности МЧС России имеет тенденцию к снижению, что не позволяет качественно и в полном объеме выполнять возложенные функции для регулирования обстановки с пожарами.

Модель с условным названием «оценка инерционности системы» предусматривает исследование вопросов управления пожарной безопасностью на основе контрольно-надзорной деятельности. Данное направление имеет отложенный положительный эффект (трехлетний лаг). То есть увеличение количества контрольных (надзорных) мероприятий приводит к снижению пожаров в трехлетней перспективе [7]. Вместе с тем статистические наблюдения показывают, что в целом тенденция изменения количества пожаров совпадает с прогнозируемой, при этом отклонение прогностической модели от реального количества пожаров составляет около 40 %. Кроме того, политика государства, направленная на снижение количества проверок, делает эту модель практически нежизнеспособной.

Модель управления пожарной безопасностью на основе профилактики пожаров показывает, что подавляющее большинство пожаров происходит в жилом секторе, следовательно, основные усилия должны быть направлены именно на данную категорию объектов. При этом жилые помещения

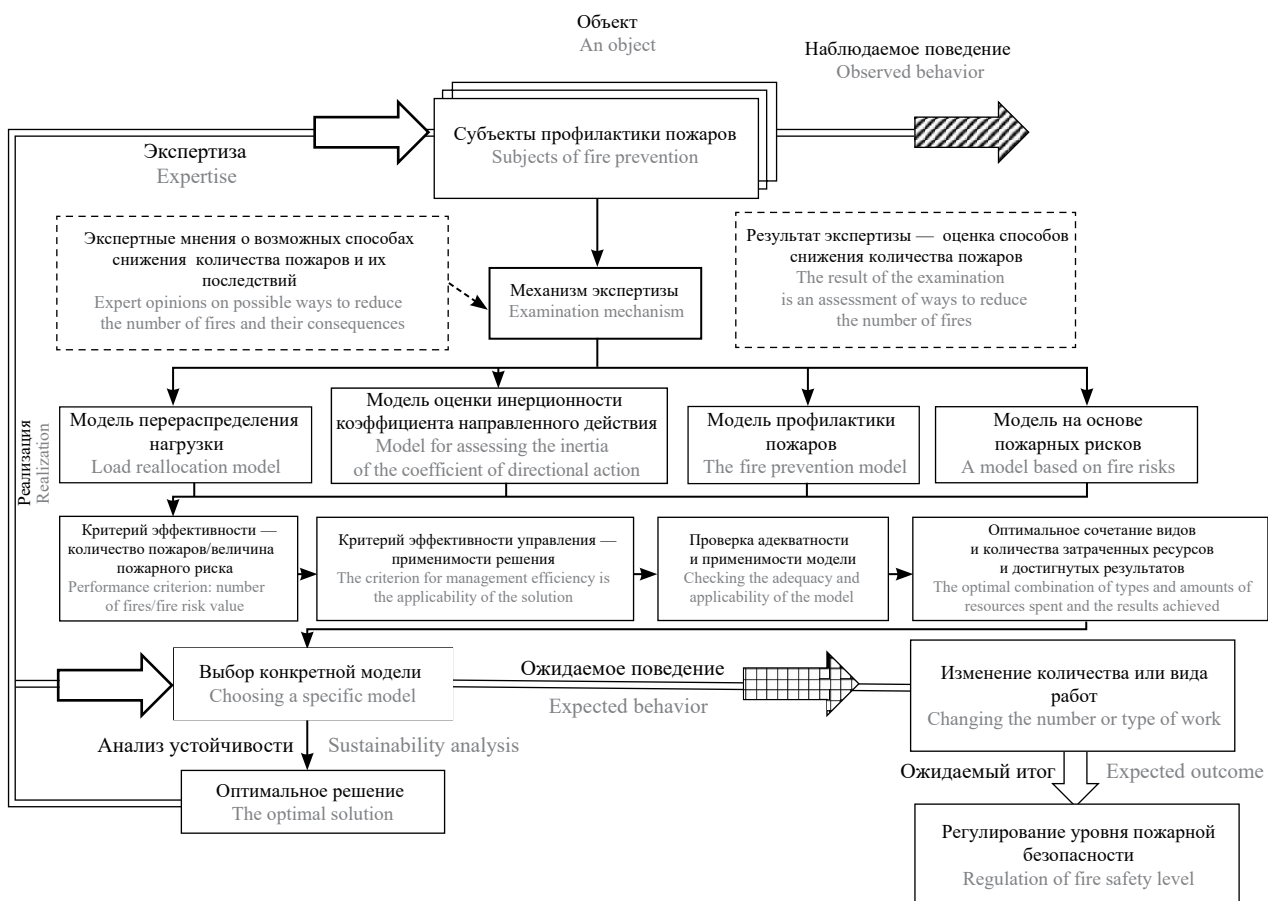


Рис. 2. Этапы выбора и апробации математических моделей  
 Fig. 2. Stages of selecting and testing mathematical models

не являются объектом надзора и органы федерального государственного пожарного надзора (ФГПН) не осуществляют профилактику пожаров в них. Таким образом, круг лиц и организаций, входящих в систему управления, значительно возрастает.

Кроме того, исследования взаимосвязи абсолютного количества профилактических мероприятий и пожаров (в том числе гибели) показывают довольно странные результаты. Наиболее эффективными оказываются опосредованные способы взаимодействия с населением [8], такие как: количество кинозалов, в которых перед началом сеансов демонстрируются видеосюжеты о порядке действий в случае возникновения пожара и чрезвычайной ситуации, массовых профилактических мероприятий с детьми, количество участий в заседаниях комиссий по чрезвычайным ситуациям и обеспечению пожарной безопасности.

Кроме того, анализ корреляционных взаимосвязей между абсолютным количеством пожаров, погибших и числом профилактических мероприятий показал, что статистически значимая зависимость имеется. При этом профилактика и численность погибших имеют прямую корреляционную зависимость, т.е. при увеличении количества проинструктированных возрастает и количество погибших, что

противоречит самому смыслу профилактической работы.

Подобные результаты могут являться следствием отсутствия качественного и единообразного учета профилактической работы.

Исследование мировой пожарной статистики<sup>4</sup> привело к аналогичным результатам. Динамика пожаров в большинстве развитых стран имеет тенденцию к снижению количества как, собственно, пожаров, так и погибших. Однако проводить сравнение обстановки с пожарами в разных странах, основываясь на абсолютных показателях, по меньшей мере не эффективно, поскольку страны имеют разное количество, плотность и структуру населения, различные социально-экономические и географические особенности. Данные тезисы применимы не только для разных стран, но и для регионов внутри страны и даже отдельных территорий внутри одного региона.

Для объективного сравнения применяются показатели пожарного риска [9–11], основными из которых являются:

<sup>4</sup> Брушлинский Н.Н., Аренс М., Соколов С.В., Вагнер П. World of Fire Statistics. Center of Fire Statistics of CTIF. Report No. 26. М. : Академия ГПС МЧС России, 2021. 66 с. URL: sites/default/files/2021-06/CTIF\_Report26\_0.pdf

1. Риск для человека оказаться в условиях пожара в единицу времени:

$$R_1^{\text{год}} = \frac{N_{\text{пож}}^{\text{год}}}{N_{\text{н}}^{\text{год}}}, \quad (1)$$

где  $N_{\text{пож}}^{\text{год}}$  — количество пожаров, произошедших на территории муниципального образования в текущем году;  
 $N_{\text{н}}^{\text{год}}$  — количество населения, проживающего на территории муниципального образования в текущем году.

2. Риск для человека погибнуть при пожаре:

$$R_2^{\text{год}} = \frac{N_{\text{жертв}}^{\text{год}}}{N_{\text{пож}}^{\text{год}}}, \quad (2)$$

где  $N_{\text{жертв}}^{\text{год}}$  — количество человек, погибших при пожарах на территории муниципального образования в текущем году.

3. Риск для человека погибнуть от пожара в единицу времени.

$$R_3^{\text{год}} = R_1^{\text{год}} \cdot R_2^{\text{год}}. \quad (3)$$

Исследование динамики пожарных рисков представляется более целесообразным как с точки зрения оценки состояния пожарной безопасности территорий и населенных пунктов, так и с точки зрения оценки эффективности профилактики пожаров.

### Результаты и их обсуждение

Для исследования взаимосвязей профилактической работы и величины пожарных рисков разработана соответствующая модель.

Средние значения пожарных рисков за период с 2016 по 2020 г. для стран, схожих с Российской Федерацией по некоторым показателями (социально-экономическим, структурой противопожарной службы и системы профилактики пожаров), представлены в табл. 1 и на рис. 3.

Как видно из представленных таблицы и рисунка, величина риска для человека оказаться в условиях пожара ( $R_1$ ) в странах Евразийского экономического союза существенно ниже уровня Европейских стран и США, а величина риска для человека погибнуть при пожаре ( $R_2$ ) и интегрального пожарного риска ( $R_3$ ), напротив, значительно выше. Подобные различия обусловлены в первую очередь особенностями учета пожаров<sup>5</sup> [12]. Поэтому сравнение дина-

<sup>5</sup> Брушлинский Н.Н., Аренс М., Соколов С.В., Вагнер П. World of Fire Statistics. Center of Fire Statistics of CTIF. Report No. 26. М. : Академия ГПС МЧС России, 2017. 56 с. URL: sites/default/files/ctif\_report22\_world\_fire\_statistics\_2017.pdf

**Таблица 1.** Средние значения величины пожарных рисков в некоторых странах мира

**Table 1.** Average values of fire risks in some countries around the world

Страна A country	$R_1$	$R_2$	$R_3$
США USA	$4,02 \cdot 10^{-3}$	$2,65 \cdot 10^{-3}$	$1,06 \cdot 10^{-5}$
Российская Федерация Russian Federation	$1,83 \cdot 10^{-3}$	$4,26 \cdot 10^{-2}$	$5,63 \cdot 10^{-5}$
Германия Germany	$2,62 \cdot 10^{-3}$	$1,66 \cdot 10^{-3}$	$4,29 \cdot 10^{-6}$
Франция France	$4,40 \cdot 10^{-3}$	$8,95 \cdot 10^{-4}$	$3,93 \cdot 10^{-6}$
Велико-британия Great Britain	$3,14 \cdot 10^{-3}$	$1,68 \cdot 10^{-3}$	$5,24 \cdot 10^{-6}$
Польша Poland	$3,56 \cdot 10^{-3}$	$1,05 \cdot 10^{-2}$	$3,59 \cdot 10^{-5}$
Казахстан Kazakhstan	$7,41 \cdot 10^{-4}$	$2,62 \cdot 10^{-2}$	$1,94 \cdot 10^{-5}$
Венгрия Hungary	$2,12 \cdot 10^{-3}$	$5,47 \cdot 10^{-3}$	$1,15 \cdot 10^{-5}$
Беларусь Belarus	$6,39 \cdot 10^{-4}$	$8,90 \cdot 10^{-2}$	$5,68 \cdot 10^{-5}$
Среднее значение The average value	$2,56 \cdot 10^{-3}$	$2,01 \cdot 10^{-2}$	$2,27 \cdot 10^{-5}$

мики изменения величины рисков между странами представляется некорректным.

На всей территории Российской Федерации применяется единый порядок учета пожаров, следовательно, существенная разница в показателях пожарных рисков может быть обусловлена только социально-демографическими и географическими параметрами.

Средние значения пожарных рисков за период с 2018 по 2022 г. в федеральных округах Российской Федерации, рассчитанные на основе данных [9, 13], представлены в табл. 2 и на рис. 4.

При первичном рассмотрении данных табл. 2 и рис. 4 может показаться, что значения величин рисков для человека оказаться в условиях пожара ( $R_1$ ) и погибнуть при пожаре ( $R_2$ ) существенно различаются в разных федеральных округах. Однако результаты дисперсионного анализа указывают на то, что статистически значимые различия в средних показателях между федеральными округами, отсутствуют.

При этом исследования динамики изменения пожарных рисков внутри регионов указывают на наличие существенных различий в показателях между различными муниципальными образованиями, что

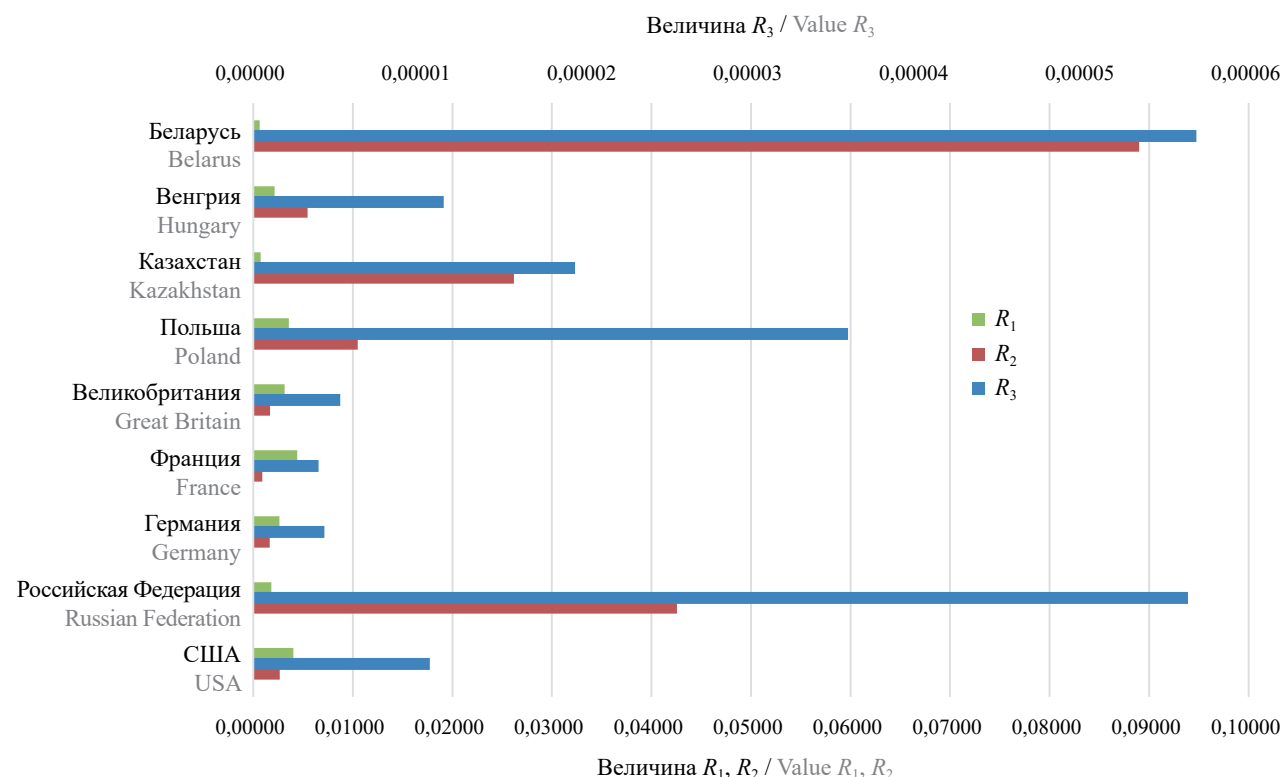


Рис. 3. Средние значения величины пожарных рисков в некоторых странах мира  
 Fig. 3. Average values of fire risks in some countries of the world

позволяет ввести их условное деление на городские, смешанные и сельские [9, 14].

Исследования динамики изменения пожарных рисков внутри регионов указывают на наличие существенных различий в показателях между различными муниципальными образованиями. С целью поиска причин различий проведен дисперсионный анализ величин пожарных рисков в некоторых регионах Приволжского федерального округа (Нижегородской области, республиках Башкортостан и Мордовия). Выбор регионов обусловлен размером выборки муниципальных образований. По состоянию на 01.01.2024, по данным Росстата<sup>6</sup>, в Приволжском федеральном округе насчитывается 516 муниципальных образований, при этом необходимо принимать во внимание особенности порядка учета пожаров. Статистика пожаров включает детализированные сведения по муниципальным районам и округам, городским округам, а также районам внутри областных центров и городов регионального значения. Следовательно, размер генеральной совокупности будет составлять 593 единицы.

<sup>6</sup> URL: [https://docviewer.yandex.ru/?url=ya-browser%3A%2F%2F4DT1uXEPRrJRJIUFoewruIssEAZB1cLOF165-TUuewNfxzNqEAR9L3gKckxmw1Ec8gWzID\\_q1Olf6nD1wpxujzLHta9sPWJ3RMHGViszu9S6Mh3ssQa\\_w22IUN6tbUadLAnv4WB5LoAtY7azLwLKoA%3D%3D%3Fsign%3DKUxLY30dkPDjSkkn71ke7gChEdcPD4mhlB0RVDp3nMg%3D&name=1-adm\\_2024.xlsx](https://docviewer.yandex.ru/?url=ya-browser%3A%2F%2F4DT1uXEPRrJRJIUFoewruIssEAZB1cLOF165-TUuewNfxzNqEAR9L3gKckxmw1Ec8gWzID_q1Olf6nD1wpxujzLHta9sPWJ3RMHGViszu9S6Mh3ssQa_w22IUN6tbUadLAnv4WB5LoAtY7azLwLKoA%3D%3D%3Fsign%3DKUxLY30dkPDjSkkn71ke7gChEdcPD4mhlB0RVDp3nMg%3D&name=1-adm_2024.xlsx)

Таблица 2. Средние значения величины пожарных рисков в федеральных округах Российской Федерации  
 Table 2. Average values of fire risk in the federal districts of the Russian Federation

Федеральный округ / Federal District	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
Северо-западный / North-Western	2,39 · 10 <sup>-3</sup>	2,89 · 10 <sup>-2</sup>	6,03 · 10 <sup>-5</sup>
Центральный / Central	5,33 · 10 <sup>-3</sup>	2,42 · 10 <sup>-2</sup>	4,76 · 10 <sup>-5</sup>
Приволжский / Volga	2,16 · 10 <sup>-3</sup>	3,49 · 10 <sup>-2</sup>	6,45 · 10 <sup>-5</sup>
Южный / Southern	2,15 · 10 <sup>-3</sup>	2,73 · 10 <sup>-2</sup>	4,39 · 10 <sup>-5</sup>
Северо-Кавказский / North Caucasian	1,38 · 10 <sup>-3</sup>	1,62 · 10 <sup>-2</sup>	1,70 · 10 <sup>-5</sup>
Уральский / Ural	2,45 · 10 <sup>-3</sup>	3,05 · 10 <sup>-2</sup>	6,27 · 10 <sup>-5</sup>
Сибирский / Siberian	3,48 · 10 <sup>-3</sup>	2,35 · 10 <sup>-2</sup>	6,07 · 10 <sup>-5</sup>
Дальневосточный / Far Eastern	5,00 · 10 <sup>-3</sup>	2,09 · 10 <sup>-2</sup>	8,18 · 10 <sup>-5</sup>

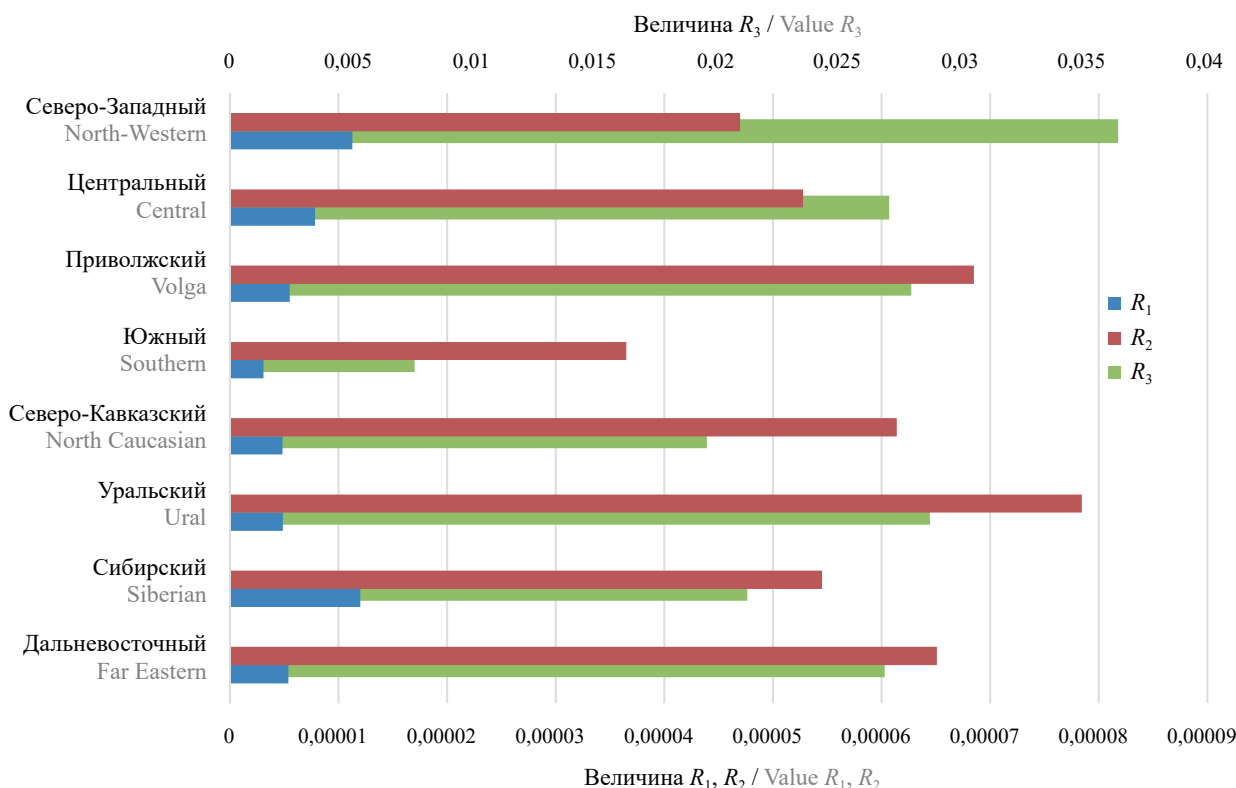


Рис. 4. Средние значения величины пожарных рисков в федеральных округах Российской Федерации  
 Fig. 4. Average values of fire risk in the federal districts of the Russian Federation

Таким образом, для получения статистически значимых результатов с уровнем доверительной вероятности не ниже 95 % и доверительным интервалом в 7 % размер выборки муниципальных образований должен составлять не менее 147 единиц. Суммарное количество муниципальных образований Нижегородской области, Республик Башкортостан и Мордовия составляет 150 единиц, что позволяет строить достоверные прогнозы на основе данных регионов.

Анализ данных о величинах риска в муниципальных образованиях указывает на высокую межгрупповую дисперсию, что свидетельствует о наличии статистически значимых различий в средних показателях рисков между типами муниципальных образований. Обобщенные (за три региона) данные приведены в табл. 3, ящиковые диаграммы показателей  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  приведены на рис. 5.

Более детальное рассмотрение показателей пожарных рисков различных типов муниципальных образований (внутри исследуемых регионов) позволяет сделать вывод, что в величинах их средних показателей наблюдаются статистически значимые различия. Исключение составляют значения  $R_2$ ,  $R_3$  в Республике Мордовия. Эти данные свидетельствуют, что в регионах с преимущественно сельскохозяйственным складом экономики принципиальные различия в типах муниципальных образований (с точки зрения пожарной безопасности) отсутствуют.

Анализ научных исследований, посвященных проблемам отечественной и мировой практики профилактики пожаров, показывает, что в основном они отражают вопросы периодизации профилактической работы [15, 16], ее сезонных особенностей [17, 18], классификации групп целевой аудитории [19–21], методов [22, 23] и способов [24, 25] донесения информации. Фокус некоторых зарубежных исследований в последние годы смещается к поиску взаимосвязи систем пожарной автоматики и последствий (гибель и травмирование людей) пожаров [26–28]. Вместе с тем большинство исследователей считают личное взаимодействие государственных органов и населения по вопросам обеспечения пожарной безопасности необходимым и важным [29–31], при этом особое внимание уделяется двум группам риска: детям [32–34] и пожилому населению [35, 36].

Вместе с тем выдвигается тезис о необходимости оценки эффективности профилактических мероприятий [37, 18] для совершенствования планирования профилактической деятельности. При этом основной целью оценки эффективности является минимизация потерь (гибели людей) при ограниченных трудовых ресурсах. В качестве критерия эффективности выбирается отношение трудозатрат к снижению совокупных потерь.

В работе [38] определение эффективности профилактического мероприятия осуществляется на

**Таблица 3.** Обобщенные данные дисперсионного анализа величин пожарных рисков в различных типах муниципальных образований регионов Приволжского федерального округа

**Table 3.** Generalized data on the dispersion analysis of fire risk values in various types of municipalities in the Volga Federal District

Источник вариации The source of the variation	df	MS	F	P-значение P-value	F критическое F critical
<i>Дисперсионный анализ R<sub>1</sub> / Analysis of variance R<sub>1</sub></i>					
Между группами / Between groups	2	1,01 · 10 <sup>-4</sup>	28,559	1,12 · 10 <sup>-12</sup>	3,007
Внутри групп / Within groups	747	3,54 · 10 <sup>-6</sup>			
Итого / Total	749	–			
<i>Дисперсионный анализ R<sub>2</sub> / Analysis of variance R<sub>2</sub></i>					
Между группами / Between groups	2	5,18 · 10 <sup>-3</sup>	7,308	7,28 · 10 <sup>-4</sup>	3,009
Внутри групп / Within groups	747	7,09 · 10 <sup>-4</sup>			
Итого / Total	749	–			
<i>Дисперсионный анализ R<sub>3</sub> / Analysis of variance R<sub>3</sub></i>					
Между группами / Between groups	24	1,77 · 10 <sup>-8</sup>	2,263	2,6 · 10 <sup>-3</sup>	1,626
Внутри групп / Within groups	100	7,82 · 10 <sup>-9</sup>			
Итого / Total	124	–			

основе методов корреляционного и регрессионного анализа.

Для проведения исследования введено понятие «количество профилактической работы», под которым понимается относительный показатель ( $P_{и}$ ) — вероятность человека, проживающего на определенной территории в течение определенного года, стать объектом профилактической работы. Данный показатель определяется отношением количества проинструктированных за единицу времени граждан к общему числу жителей, проживающих в муниципальном образовании.

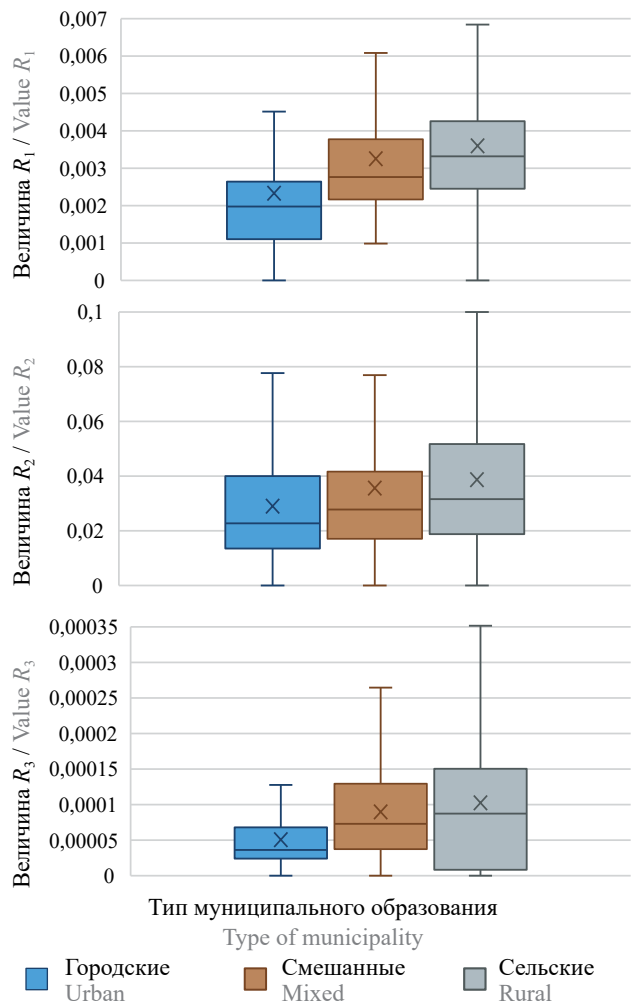
$$P_{и}^{год} = \frac{N_{инстр}^{год}}{N_{н}^{год}}, \quad (4)$$

где  $N_{инстр}^{год}$  — количество людей, ставших объектами пожарно-профилактической работы в текущем году;

$N_{н}^{год}$  — количество населения, проживающего на территории муниципального образования в текущем году [39].

Уровень корреляции определялся для каждого муниципального образования в отдельности по данным за пятилетний период (с 2019 по 2023 г.). Полученные сведения объединены по группам муниципальных образований (городские, смешанные, сельские), результаты представлены в табл. 4, где представлен медианный уровень корреляции внутри группы.

Исследование показало, что корреляция между  $P_{и}$  и  $R_1$  находится на очень слабом уровне (по качественной шкале Чеддока), уровень корреляции между  $P_{и}$  и  $R_2$  находится в диапазоне от 0,569 до 0,818, что соответствует среднему и высокому уровню (по качественной шкале Чеддока), уро-



**Рис. 5.** Ящичковые диаграммы показателей  $R_1, R_2, R_3$  в регионах Приволжского федерального округа (Нижегородской области, республиках Башкортостан и Мордовия)

**Fig. 5.** Box charts of  $R_1, R_2, R_3$  indicators in the regions of the Volga Federal District (Nizhny Novgorod Region, the republics of Bashkortostan and Mordovia)

вень корреляции между  $P_{и}$  и  $R_3$  находится в диапазоне от 0,566 до 0,786, что соответствует среднему и высокому уровню (по качественной шкале Чеддока).

Необходимо отметить, что между  $P_{и}$  и  $R_2$ ,  $R_3$  наблюдается обратная корреляция, следовательно, при увеличении количества профилактической работы величина риска уменьшается. Данный факт и является целевой функцией профилактики.

Дисперсионный анализ уровней корреляции групп населенных пунктов в различных регионах показал, что статистически значимые различия в средних показателях отсутствуют, при этом между группами дисперсия присутствует, что в очередной раз подтверждает обоснованность классификации населенных пунктов.

Таким образом, величина интегрального пожарного риска может регулироваться путем увеличения количества профилактической работы не в абсолютных показателях, а относительно численности населения.

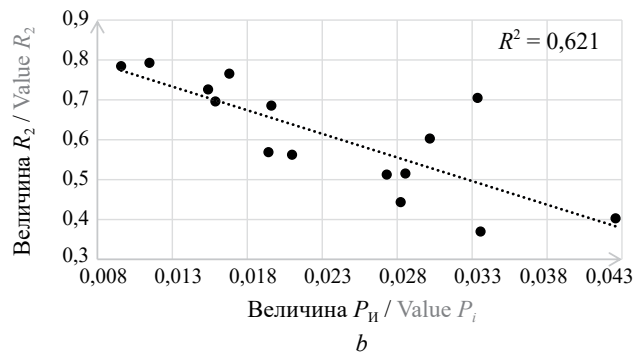
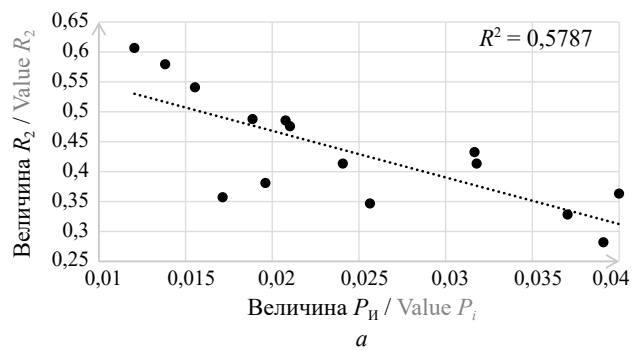
Необходимо отметить, что наибольший уровень корреляции наблюдается между количеством профилактической работы и риском для человека погибнуть при пожаре. А величина коэффициента детерминации находится на приемлемом уровне (более 0,5) для населенных пунктов типа «смешанные» и «сельские» (рис. 6).

Таким образом, имеющиеся данные показывают, что предлагаемая модель регрессии величины  $R_2$  будет приемлема. Данная модель на 58 и 62 % зависит от учтенных в ней факторов.

**Таблица 4.** Сводные данные по уровню корреляции между количеством профилактической работы и интегральных пожарных рисков

Table 4. Summary data on the level of correlation between the amount of preventive work and integral fire risks

Количество профилактической работы The amount of preventive work	Пожарные риски Fire risks		
	$R_1$	$R_2$	$R_3$
$P_{и}$ (городские) $P_i$ (urban)	-0,013	-0,645	-0,605
$P_{и}$ (смешанные) $P_i$ (mixed)	0,023	-0,760	-0,727
$P_{и}$ (сельские) $P_i$ (rural)	0,086	-0,788	-0,720



**Рис. 6.** Коэффициент детерминации для различных типов муниципальных образований: а — смешанные; б — сельские  
Fig. 6. Determination coefficient for different types of municipalities: a — mixed; b — rural

Модель регрессии построена по медианным значениям величины  $R_2$  внутри исследуемых регионов для смешанных и сельских муниципальных образований, полученные уравнения регрессии имеют следующий вид:

для смешанных муниципальных образований:

$$Y = 0,056668 - 0,07423 \cdot X; \quad (5)$$

для сельских муниципальных образований:

$$Y = 0,05543 - 0,05242 \cdot X. \quad (6)$$

Уравнения (5) и (6) выражают зависимость величины риска для человека погибнуть при пожаре в смешанных и сельских населенных пунктах ( $Y$ ) от величины  $P_{и}$  ( $X$ ).

Коэффициенты 0,056668 и 0,05543 показывают, каким будет  $Y(R_2)$ , если величина  $P_{и}$  в рассматриваемой модели будет равна 0. Коэффициенты (-0,07423 и -0,05242) показывают, на сколько уменьшится величина  $R_2$ , если величина  $P_{и}$  в рассматриваемой модели будет равна 1, а равно и определить прогнозируемую величину  $R_2$  при заданном  $P_{и}$ .

Сравнительный анализ фактических и прогнозируемых значений  $R_2$  для смешанных и сельских населенных пунктов приведен на рис. 7.

Величина средних отклонений между фактическими и прогнозируемыми величинами составляет 17,6 и 18,6 % соответственно, что вполне приемлемо для краткосрочных прогнозов.

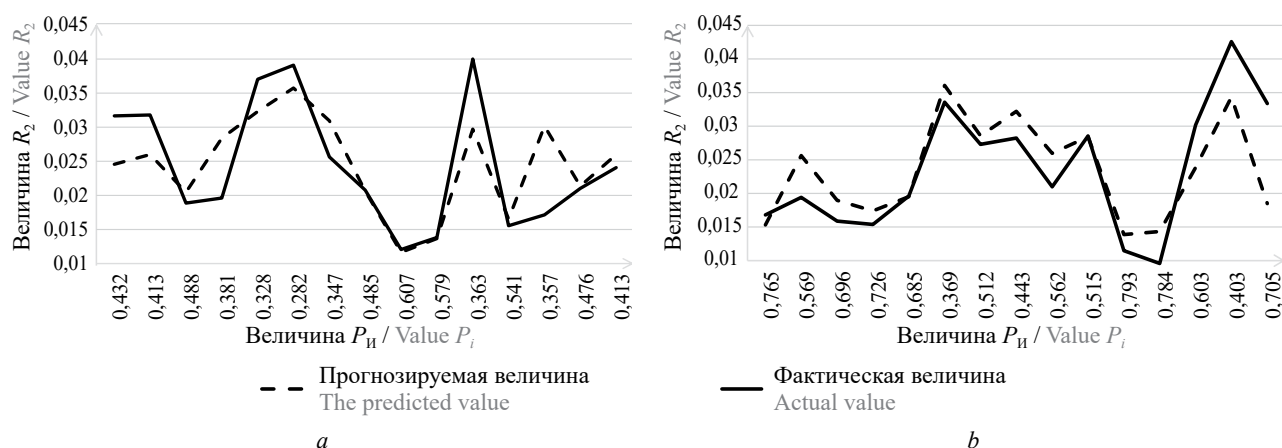


Рис. 7. График фактической и прогнозируемой величины  $R_2$  в зависимости от  $P_i$ : а — смешанные; б — сельские  
 Fig. 7. Graph of the actual and predicted  $R_2$  values depending on the  $P_i$ : а — mixed; б — rural

### Выводы

Проведенное исследование показывает, что для управления организационной системой профилактики пожаров приемлема модель, основанная на взаимосвязи величины пожарных рисков и количества профилактической работы, основанной на методах статистического анализа (дисперсионного, корреляционного и регрессионного). При этом предложенная модель имеет статистическую погрешность около 20 %, что приемлемо для краткосрочных прогнозов. Кроме того, устойчивая, статистически значимая взаимосвязь наблюдается только между профилактикой пожаров и риском для человека погибнуть при пожаре в населенных пунк-

тах типов «смешанные» и «сельские». Представляется, что для населенных пунктов типа «городские» существует нелинейная взаимосвязь [40].

Предложенная модель позволяет проводить объективные сравнения уровня пожарной безопасности различных регионов, муниципальных образований и даже отдельных территорий, а также оценку степени влияния профилактических мероприятий на величину интегральных пожарных рисков.

Вместе с тем применение данной модели представляет определенную сложность в связи с множественностью субъектов профилактической работы, а также отсутствием единых баз данных учета профилактической работы и сведений, необходимых для оценки величин интегральных пожарных рисков территорий.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Мочалова Т.А., Миронова Н.В. Профилактика правонарушений, связанных с пожарами // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности : сб. мат. XII Всеросс. науч.-практ. конф. Железнодорожск, 2023. С. 152–154. EDN SWMVDZ.
2. Володченкова В.В., Перегудова Н.В., Кононко П.П., Гаврюшенко В.П. Оценка деятельности органов местного самоуправления в области пожарной безопасности: актуальные проблемы и пути их решения // Административное и муниципальное право. 2023. № 5. С. 80–92. DOI: 10.7256/2454-0595.2023.5.44118. EDN JHLWGZ.
3. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. 4-е изд., испр. и дополн. М. : ЛЕНАНД, 2022. 500 с.
4. Воронин С.А., Лахвицкий Г.Н., Репин С.В., Сатин А.П. Использование метода экспертных оценок при оценке трудозатрат сотрудников государственного пожарного надзора // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2023. № 1. С. 78–88. DOI: 10.25257/FE.2023.1.78-88. EDN XYLEEW.
5. Преображенская Е.С., Загуменнова М.В., Фирсов А.Г., Надточий О.В. Нагрузка на инспекторский состав государственного пожарного надзора в 2022 году // Актуальные вопросы естествознания : сб. мат. VIII Всеросс. науч.-практ. конф. Иваново, 2023. С. 295–300. EDN IDYFVU.
6. Сатин А.П., Бурлаченко К.Г., Репин С.В. Некоторые особенности устойчивого функционирования подразделения надзорной деятельности // Технологии техносферной безопасности. 2021. № 3 (93). С. 42–60. DOI: 10.25257/TTS.2021.3.93.42-60. EDN OVOPHC.
7. Кистанова Л.А., Репин С.В., Болдыревский П.Б., Лахвицкий Г.Н. Математико-статистическая модель прогнозирования количества пожаров для использования в системе МЧС России // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2022. № 10 (2–37). DOI: 10.26102/2310-6018/2022.37.2.002. EDN MIPRVJ.

8. Зобков Д.В., Присяжнюк Н.Л., Таныгина А.А. Многофакторная математическая модель зависимости ожидаемого сокращения интегрального ущерба от ряда профилактических мероприятий в жилом секторе России // Технологии техносферной безопасности. 2022. № 3 (97). С. 100–118. DOI: 10.25257/TTS.2022.3.97.100-118. EDN DLR SOG.
9. Сатин А.П., Лахвицкий Г.Н. Перспективный алгоритм расчета и визуализации величины пожарных рисков в геоинформационной системе // Системы безопасности : мат. Междунар. науч.-техн. конф. 2024. № 33–1. С. 107–111. EDN B BGOJD.
10. Пожарные риски. Динамика, управление, прогнозирование / под ред. Н.Н. Брушлинского и Ю.Н. Шебеко. М. : ФГУ ВНИИПО, 2007. 370 с.
11. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Клепко Е.А., Белов В.А., Иванова О.В., Попков С.Ю. Основы теории пожарных рисков и ее приложения. М. : Академия ГПС МЧС России, 2012. 192 с.
12. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Григорьева М.П., Вагнер П. Как создавалась мировая пожарная статистика // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2024. № 1. С. 69–77. DOI: 10.25257/FE.2024.1.69-77. EDN LGGRKF.
13. Гончаренко В.С., Четчина Т.А., Сибирко В.И., Надточий О.В., Полехин П.В., Козлов А.А. и др. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году // Информационно-аналитический сборник. Балашиха : ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с. EDN IKFNVG.
14. Сатин А.П., Лахвицкий Г.Н., Репин С.В., Воронин С.А. Оценка интегральных пожарных рисков в муниципальных образованиях Нижегородской области // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 2 (47). С. 38–45. EDN HRMZIE.
15. Жилин О.И. Системный подход к противопожарной пропаганде и обучению мерам пожарной безопасности — важнейшая составляющая деятельности по профилактике пожаров // Пожаровзрывобезопасность / Fire and explosion safety. 2009. № 8 (18). С. 33–37. EDN KWXHVV.
16. Kendrick D., Young B., Mason-Jones A.J., Ilyas N., Achana F.A., Cooper N.J. et al. Home safety education and provision of safety equipment for injury prevention // Evidence-Based Child Health : a Cochrane Review Journal. 2013. No. 8 (3). Pp. 761–939. DOI: 10.1002/ebch.1911
17. Головин Н.Л. Воспитание культуры безопасности жизнедеятельности в области образования, социальной рекламы и профилактики пожаров // Педагогический журнал. 2020. № 10 (6–1). С. 38–49. DOI: 10.34670/AR.2020.64.64.005. EDN ZCXYMM.
18. Runefors M., Johansson N., van Hees P. The effectiveness of specific fire prevention measures for different population groups // Fire Safety Journal. 2017. No. 91. Pp. 1044–1050. DOI: 10.1016/j.firesaf.2017.03.064. EDN VDFVWV.
19. Макарова Т.П., Батура А.Н., Ширинкин П.В. Подход к использованию социологических исследований при совершенствовании профилактической деятельности в области пожарной безопасности // Техносферная безопасность. 2020. № 3 (28). С. 150–157. EDN MEASMG.
20. Al-Hajj S., Desapriya E., Pawliuk C., Garis L., Pike I. Interventions for Preventing Residential Fires in Vulnerable Neighbourhoods and Indigenous Communities: A Systematic Review of the Literature // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022. No. 19 (9). P. 5434. DOI: 10.3390/ijerph19095434. EDN FZACLD.
21. Hwang V., Duchossois G.P., Garcia-Espana J.F., Durbin D.R. Impact of a community based fire prevention intervention on fire safety knowledge and behavior in elementary school children // Injury Prevention. 2006. No. 12 (5). Pp. 344–346. DOI: 10.1136/ip.2005.011197
22. Фролов Н.Н., Бобин А.В., Лазовский А.А., Комогорцев С.И., Сивокозов С.В. Роль профилактических мероприятий, направленных на предупреждение гибели и травмирования людей на пожарах // Проблемы науки. 2022. № 6 (74). С. 17–21. EDN EYEW.
23. Gielen A.C., Shields W., Frattaroli Sh., McDonald E., Jones V., Bishai D. et al. Enhancing fire department home visiting programs: Results of a community intervention trial // Journal of Burn Care & Research. 2013. No. 34 (4). Pp. e250–e256. DOI: 10.1097/BCR.0b013e3182685b3a
24. Ашмарин В.В., Филиппов З.С., Филиппова О.А. Профилактические и организационные меры по предупреждению пожаров на производстве и в быту // Процессы техносферы: региональный аспект : сб. мат. V Всерос. науч.-практ. конф. Чебоксары : Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2022. С. 27–35. EDN MOCGBL.
25. Al-Hajj S., Thomas L., Morris Sh., Clare J., Jennings Ch., Biantoro Ch. et al. Community Fire Risk Reduction: Longitudinal Assessment for HomeSafe Fire Prevention Program in Canada // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2023. No. 20 (14). P. 6369. DOI: 10.3390/ijerph20146369. EDN IZRVNR.
26. Duchossois G.P., Nance M.L., Garcia-Espana J.F., Flores J. Sustainability of an In-Home Fire Prevention Intervention // Journal of Trauma Nursing. 2009. No. 16 (4). Pp. 194–198. DOI: 10.1097/JTN.0b013e3181ca0876

27. Festag S. Analysis of the effectiveness of the smoke alarm obligation — Experiences from practice // *Fire Safety Journal*. 2021. No. 119. P. 103263. DOI: 10.1016/j.firesaf.2020.103263. EDN SEMGQH.
28. Tannous W.K., Whybro M., Lewis C., Ollerenshaw M., Watson G., Broomhall S. et al. Using a cluster randomized controlled trial to determine the effects of intervention of battery and hardwired smoke alarms in New South Wales, Australia: Home fire safety checks pilot program // *Journal Safety Research*. 2016. No. 56. Pp. 23–27. DOI: 10.1016/j.jsr.2015.11.001
29. Setien M.A., Han D., Zuniga G.C., Mier N., Lucio R.L., Treviño L. Does Injury Prevention Education Initiate Household Changes in a Spanish-Speaking Minority Population? // *Journal of Community Heal*. 2014. No. 39 (1). Pp. 167–172. DOI: 10.1007/s10900-013-9755-0. EDN MDTMQO.
30. Sund B., Bonander C., Jakobsson N., Jaldell H. Do home fire and safety checks by on-duty firefighters decrease the number of fires? Quasi-experimental evidence from Southern Sweden // *Journal of Safety Research*. 2019. No. 70. Pp. 39–47. DOI: 10.1016/j.jsr.2019.04.006
31. Tannous W.K., Agho K. Domestic fire emergency escape plans among the aged in NSW, Australia: The impact of a fire safety home visit program // *BMC Public Health*. 2019. No. 19 (1). P. 872. DOI: 10.1186/s12889-019-7227-x. EDN UHNJTE.
32. Joffe H., Perez-Fuentes G., Potts H.W.W., Rossetto T. How to increase earthquake and home fire preparedness: The fix-it intervention // *Natural Hazards*. 2016. No. 84 (3). Pp. 1943–1965. DOI: 10.1007/s11069-016-2528-1. EDN IVHBEN.
33. Pooley K., Nunez S., Whybro M. Evidence-based practices of effective fire safety education programming for children // *Australian Journal of Emergency Management*. 2021. No. 36 (2). Pp. 34–41. DOI: 10.47389/36.2.34
34. King W.J., Klassen T.P., LeBlanc J., Bernard-Bonnin A.-C., Robitaille Y., Pham B. et al. The Effectiveness of a Home Visit to Prevent Childhood Injury // *Pediatrics*. 2001. No. 108 (2). Pp. 382–388. DOI: 10.1542/peds.108.2.382
35. Lehna C., Merrell J., Furmanek S., Twyman S. Home fire safety intervention pilot with urban older adults living in Wales // *Burn. Journal of the International Society for Burn Injuries*. 2017. No. 43. Pp. 69–75. DOI: 10.1016/j.burns.2016.06.025
36. Smith G.A., Kistamgari S., Splaingard M. Optimizing Smoke Alarm Signals for Those at Highest Risk for Residential Fire-Related Death: Testing the Effectiveness of Children’s Smoke Alarms for Sleeping Older Adults // *Fire Technology*. 2021. No. 58. Pp. 311–326. DOI: 10.1007/s10694-021-01147-5
37. Прус Ю.В., Чистякова А.А., Россинская К.Г. Управление профилактической деятельностью на основе матричного представления рисков // *Техносферная безопасность*. 2019. № 4 (25). С. 43–50. EDN XLVXHY.
38. Андреев Ю.А., Елфимова М.В., Мельник А.А., Ширинкин П.В., Батуро А.Н. О возможном подходе к оценке эффективности и востребованности профилактических мероприятий в области пожарной безопасности // *Современные проблемы гражданской защиты*. 2018. № 2 (27). С. 56–61. EDN XWXQBN.
39. Лахвицкий Г.Н. Анализ влияния профилактической работы на динамику пожаров на основе статистических данных // *Сибирский пожарно-спасательный вестник*. 2023. № 3 (30). С. 65–72. DOI: 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.30.3.007. EDN JYHOSB.
40. Авдеенко А.М., Сатин А.П., Нгуен В.А. Особенности выбора нейронных сетей для оценки эффективности профилактических мероприятий // *Технологии техносферной безопасности*. 2024. № 3 (105). С. 55–68. DOI: 10.25257/TTS.2024.3.105.55-68. EDN UNVUHM.

## REFERENCES

1. Mochalova T.A., Mironova N.V. Prevention of fire-related crimes. Young scientists in solving urgent security problems : *Collection of materials of the XII All-Russian scientific and practical conference*. Zheleznogorsk, 2023; 152-154. EDN SWMVDZ. (rus).
2. Volodchenkova V.V., Peregodova N.V., Kononko P.P., Gavryushenko V.P. Assessment of the activities of local self-government bodies in the field of fire safety: current problems and ways to solve them. *Administrative and Municipal law*. 2023; 5:80-92. DOI: 10.7256/2454-0595.2023.5.44118. EDN JHLWGZ. (rus).
3. Novikov D.A. *Theory of management of organizational systems. 4th Edition, Revised and Expanded*. Moscow, LENAND, 2022; 500.
4. Voronin S.A., Lakhvicky G.N., Repin S.V., Satin A.P. Using the expert estimation method in assessing labor costs of the state fire supervision personnel. *Fires and emergencies: prevention, elimination*. 2023; 1:78-88. DOI: 10.25257/FE.2023.1.78-88. EDN XYLEEW. (rus).
5. Preobrazhenskaya E.S., Zagumennova M.V., Firsov A.G., Nadtochiy O.V. Burden on the inspection staff of the state fire supervision in 2022. *Current Issues in Natural Science : Collection of Proceedings of the VIII All-Russian Scientific and Practical Conference*. Ivanovo, 2023; 295-300. EDN IDYFVU. (rus).
6. Satin A.P., Burlachenko K.G., Repin S.V. Some features of sustainable functioning of the supervision division. *Technology of technosphere safety*. 2021; 3(93):42-60. DOI: 10.25257/TTS.2021.3.93.42-60. EDN OVOPHC. (rus).

7. Kistanova L.A., Repin S.V., Boldyrevsky P.B., Lakhvicky G.N. Mathematical and statistical fire incidence forecasting model for use in the EMERCOM system of Russia. *Modeling, optimization, and information technology*. 2022; 10-2(37). DOI: 10.26102/2310-6018/2022.37.2.002. EDN MIPRVJ. (rus).
8. Zobkov D.V., Prisyazhnyuk N.L., Tanygina A.A. Multifactory mathematical model of the dependence of the expected reduction of integrated damage from a number of preventive measures in the residential sector of Russia. *Technology of technosphere safety*. 2022; 3(97):100-118. DOI: 10.25257/TTS.2022.3.97.100-118. EDN DLRSG. (rus).
9. Satin A.P., Lakhvicky G.N. A promising algorithm for calculating and visualizing the magnitude of fire risks in a geoinformation system. *Proceedings of the international scientific and technical conference "Safety systems"*. 2024; 33-1:107-111. EDN BBGOJD. (rus).
10. *Fire risks. Dynamics, management, forecasting* / ed. by N.N. Brushlinsky, Yu.N. Shebeko. Moscow, FGU VNIPO, 2007; 370. (rus).
11. Brushlinsky N.N., Sokolov S.V., Klepko E.A., Belov V.A., Ivanova O.V., Popkov S.Yu. Fundamentals of the theory of fire risks and its applications : *monograph*. Moscow, Academy of State Fire Service of the EMERCOM, 2012; 192. (rus).
12. Brushlinsky N.N., Sokolov S.V., Grigor'eva M.P., Vagner P. How the fire statistics was created. *Fires and emergencies: prevention, elimination*. 2024; 69-77. DOI: 10.25257/FE.2024.1.69-77. EDN LGGRKF. (rus).
13. Goncharenko V.S., Chechetina T.A., Sibirko V.I., Nadochiy O.V., Polekhin P.V., Kozlov A.A. et al. Fires and fire safety in 2022. *Information and analytical collection*. Balashikha, FGBU VNIPO EMERCOM of Russia, 2023; 80. EDN IKFNVG. (rus).
14. Satin A.P., Lakhvicky G.N., Repin S.V., Voronin S.A. Assessment of integral fire risks in municipalities of the Nizhny Novgorod Region. *Modern problems of civil protection*. 2023; 2(47):38-45. EDN HRMZIE. (rus).
15. Zhilin O.I. A systematic approach to fire safety propaganda and training in the fire safety measures is the most important component of fire prevention activities. *Pozharovzryvobezopasnost'/Fire and explosion safety*. 2009; 18(8):33-37. EDN KWXHVV. (rus).
16. Kendrick D., Young B., Mason-Jones A.J., Ilyas N., Achana F.A., Cooper N.J. et al. Home safety education and provision of safety equipment for injury prevention. *Evidence-Based Child Health : A Cochrane Review Journal*. 2013; 8(3):761-939. DOI: 10.1002/ebch.1911
17. Golovin N.L. Education of a culture of life safety in the field of education, social advertising and fire prevention. *Pedagogical Journal*. 2020; 10(6-1):38-49. DOI: 10.34670/AR.2020.64.64.005. EDN ZCXYMM. (rus).
18. Runefors M., Johansson N., van Hees P. The effectiveness of specific fire prevention measures for different population groups. *Fire Safety Journal*. 2017; 91:1044-1050. DOI: 10.1016/j.firesaf.2017.03.064. EDN VDFVWV.
19. Makarova T.P., Baturo A.N., Shirinkin P.V. Approach to the using of sociological research in improving preventive activities in the fire safety field. *Technosphere safety*. 2020; 3(28):150-157. EDN MEASMG. (rus).
20. Al-Hajj S., Desapriya E., Pawliuk C., Garis L., Pike I. Interventions for Preventing Residential Fires in Vulnerable Neighbourhoods and Indigenous Communities : a Systematic Review of the Literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022; 19(9):5434. DOI: 10.3390/ijerph19095434. EDN FZACLD.
21. Hwang V., Duchossois G.P., Garcia-Espana J.F., Durbin D.R. Impact of a community based fire prevention intervention on fire safety knowledge and behavior in elementary school children. *Injury Prevention*. 2006; 12(5):344-346. DOI: 10.1136/ip.2005.011197
22. Frolov N.N., Bobin A.V., Lazovsky A.A. Komogortsev S.I., Sivokozov S.V. The role of preventive measures aimed at preventing death and injury to people in fires. *Problems of science*. 2022; 6(74):17-21. EDN EEEYWF. (rus).
23. Gielen A.C., Shields W., Frattaroli Sh., McDonald E., Jones V., Bishai D. et al. Enhancing fire department home visiting programs: Results of a community intervention trial. *Journal of Burn Care & Research*. 2013; 34(4):e250-e256. DOI: 10.1097/BCR.0b013e3182685b3a
24. Ashmarin V.V., Filippov Z.S., Filippova O.A. Preventive and organizational measures to prevent fires at work and at home. *Technosphere processes: regional aspect : Collection of materials of the V All-Russian scientific and practical conference, Cheboksary, March 25-26, 2022*. Cheboksary, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, 2022; 27-35. EDN MOCGBL. (rus).
25. Al-Hajj S., Thomas L., Morris Sh., Clare J., Jennings Ch., Biantoro Ch. et al. Community Fire Risk Reduction: Longitudinal Assessment for HomeSafe Fire Prevention Program in Canada. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023; 20(14):6369. DOI: 10.3390/ijerph20146369. EDN IZRVNR.
26. Duchossois G.P., Nance M.L., Garcia-Espana J.F., Flores J. Sustainability of an In-Home Fire Prevention Intervention. *Journal of Trauma Nursing*. 2009; 16(4):194-198. DOI: 10.1097/JTN.0b013e3181ca0876
27. Festag S. Analysis of the effectiveness of the smoke alarm obligation — Experiences from practice. *Fire Safety Journal*. 2021; 119:103263. DOI: 10.1016/j.firesaf.2020.103263. EDN SEMGQH.
28. Tannous W.K., Whybro M., Lewis C., Ollerenshaw M., Watson G., Broomhall S. et al. Using a cluster randomized controlled trial to determine the effects of intervention of battery and hardwired smoke alarms in New South Wales, Australia: Home fire safety checks pilot program. *Journal Safety Research*. 2016; 56:23-27. DOI: 10.1016/j.jsr.2015.11.001

29. Setien M.A., Han D., Zuniga G.C., Mier N., Lucio R.L., Treviño L. Does Injury Prevention Education Initiate Household Changes in a Spanish-Speaking Minority Population? *Journal of Community Heal.* 2014; 39(1):167-172. DOI: 10.1007/s10900-013-9755-0. EDN MDTMQO.
30. Sund B., Bonander C., Jakobsson N., Jaldell H. Do home fire and safety checks by on-duty firefighters decrease the number of fires? Quasi-experimental evidence from Southern Sweden. *Journal of Safety Research.* 2019; 70:39-47. DOI: 10.1016/j.jsr.2019.04.006
31. Tannous W.K., Agho K. Domestic fire emergency escape plans among the aged in NSW, Australia: The impact of a fire safety home visit program. *BMC Public Health.* 2019; 19(1):872. DOI: 10.1186/s12889-019-7227-x. EDN UHNJTE.
32. Joffe H., Perez-Fuentes G., Potts H.W.W., Rossetto T. How to increase earthquake and home fire preparedness: The fix-it intervention. *Natural Hazards.* 2016; 84(3):1943-1965. DOI: 10.1007/s11069-016-2528-1. EDN IVHBEN.
33. Pooley K., Nunez S., Whybro M. Evidence-based practices of effective fire safety education programming for children. *Australian Journal of Emergency Management.* 2021; 36(2):34-41. DOI: 10.47389/36.2.34
34. King W.J., Klassen T.P., LeBlanc J., Bernard-Bonnin A.-C., Robitaille Y., Pham B. et al. The Effectiveness of a Home Visit to Prevent Childhood Injury. *Pediatrics.* 2001; 108(2):382-388. DOI: 10.1542/peds.108.2.382
35. Lehna C., Merrell J., Furmanek S., Twyman S. Home fire safety intervention pilot with urban older adults living in Wales. *Burn. Journal of the International Society for Burn Injuries.* 2017; 43:69-75. DOI: 10.1016/j.burns.2016.06.025
36. Smith G.A., Kistamgari S., Splaingard M. Optimizing Smoke Alarm Signals for Those at Highest Risk for Residential Fire-Related Death: Testing the Effectiveness of Children's Smoke Alarms for Sleeping Older Adults. *Fire Technology.* 2021; 58:311-326. DOI: 10.1007/s10694-021-01147-5
37. Prus Yu.V., Chistyakova A.A., Rossinskaya K.G. Management of preventive activities at risk-based on a matrix representation of risks. *Technosphere safety.* 2019; 4(25):43-50. EDN XLVXHY. (rus).
38. Andreev Yu.A., Elfimova M.V., Mel'nik A.A., Shirinkin P.V., Baturo A.N. About the possible approach to the effectiveness's evaluating and the relevance of preventive measures in the field of fire safety. *Modern problems of civil protection.* 2018; 2(27):56-61. EDN XWXQBN. (rus).
39. Lakhvicky G.N. Analysis of the impact of preventive work on the dynamics of fire based on statistical data. *Siberian fire rescue bulletin.* 2023; 3(30):65-72. DOI: 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.30.3.007. EDN JYHOSB. (rus).
40. Avdeenko A.M., Satin A.P., Nguen V.A. Features of selection of neural networks for assessing the effectiveness of preventive measures. *Technology of technosphere safety.* 2024; 3(105):55-68. DOI: 10.25257/TTS.2024.3.105.55-68. EDN UNVUHM. (rus).

Поступила 10.07.2025, после доработки 10.09.2025;

принята к публикации 20.09.2025

Received July 10, 2025; Received in revised form September 10, 2025;

Accepted September 20, 2025

### Информация об авторе

**ЛАХВИЦКИЙ Георгий Николаевич**, адъюнкт кафедры информационных технологий, Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; ORCID: 0000-0001-6762-9848; e-mail: egor70288@mail.ru

### Information about the author

**Georgy N. LAKHVITSKY**, Adjunct of the Department of Information Technology, the State Fire Academy of the Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination on Consequences of Natural Disasters, Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; ORCID: 0000-0001-6762-9848; e-mail: egor70288@mail.ru