

Научная статья
УДК 614.841.31
doi:10.34987/vestnik.sibpsa.2025.30.33.012

Применение тепловых карт для анализа планирования контрольных (надзорных) мероприятий в области пожарной безопасности с учетом статистики пожаров

Глеб Юрьевич Юркин^{1,2}

Мария Викторовна Гапоненко¹

¹*Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия*

²*Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия*

Автор, ответственный за переписку: Глеб Юрьевич Юркин, kndsibpsa1@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ значений показателей тяжести потенциальных социальных негативных последствий пожаров, полученных на основании ежегодного мониторинга пожаров и их последствий в период с 2020 г. по 2024 г., с помощью метода визуализации данных «Матричная тепловая карта». На основе базовой тепловой карты построена кластеризованная тепловая карта показателей тяжести потенциальных социальных негативных последствий пожаров. Установлено, что построенная кластеризованная тепловая карта состоит из двух неравных тепловых областей. Рассмотрены «холодная» и «теплая» области кластеризованной карты. Определены группы объектов однородных по виду экономической деятельности и классу функциональной пожарной опасности, которые имели в пятилетнем периоде значительные колебания показателя тяжести потенциальных социальных негативных последствий пожаров. Показано, что в рассматриваемом периоде количество групп объектов категории умеренного риска растет за счет групп объектов из категорий низкого и среднего риска. Результаты настоящего анализа значений показателей тяжести потенциальных социальных негативных последствий пожаров, полученных за пятилетний период в ходе практического применения математической модели при помощи метода тепловой карты, также могут быть использованы при дальнейшем совершенствовании модели с учетом выявленных тенденций и особенностей.

Ключевые слова: категория риска, пожарная безопасность, показатель тяжести потенциальных социальных негативных последствий пожара, тепловая карта

Для цитирования: Юркин Г.Ю., Гапоненко М.В. Применение тепловых карт для анализа планирования контрольных (надзорных) мероприятий в области пожарной безопасности с учетом статистики пожаров // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2025. № 4 (39). С. 182-190. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2025.30.33.012>.

Application of heat maps for analyzing the planning of control (supervisory) measures in the field of fire safety, taking into account fire statistics

Gleb Yu. Yurkin^{1,2}

*Maria V. Gaponenko*²

¹*Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia*

²*Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia*

Corresponding author: *Gleb Yu. Yurkin, kndsibpsa1@mail.ru*

Abstract. The analysis of the values of indicators of the severity of potential social negative consequences of fires, obtained on the basis of annual monitoring of fires and their consequences in the period from 2020 to 2024, using the data visualization method "Matrix heat map". Based on the basic heat map, a clustered heat map of indicators of the severity of potential social negative consequences of fires has been built. It is established that the constructed clustered heat map consists of two unequal thermal regions. The "cold" and "warm" regions of the clustered map are considered. Groups of objects of homogeneous type of economic activity and functional fire hazard class have been identified, which had significant fluctuations in the severity of potential social negative consequences of fires over a five-year period. It is shown that in the period under review, the number of groups of objects of moderate risk category is growing due to groups of objects from low and medium risk categories. The results of this analysis of the severity values of potential social negative consequences of fires obtained over a five-year period during the practical application of the mathematical model using the heat map method can also be used to further improve the model, taking into account the identified trends and features.

Keywords: risk-based approach, risk category, algorithm, integral indicator of the severity of potential negative consequences of a fire

For citation: Yurkin G.Yu., Gaponenko M.V. Application of heat maps for analyzing the planning of control (supervisory) measures in the field of fire safety, taking into account fire statistics // Siberian Fire and Rescue Bulletin. 2025. № 4 (39). С. 182-190. (In Russ.) <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2025.30.33.012>.

Процесс совершенствования подходов к планированию контрольных (надзорных) мероприятий в области пожарной безопасности идет непрерывно. Существующие в настоящее время в рамках риск-ориентированного подхода порядок и критерии, используемые при отнесении объектов защиты к определенной категории риска в области пожарной безопасности, сформировались в результате последовательных преобразований [1]. Начиная с 1 января 2025 г. на основании ежегодного мониторинга произведен расчет среднепятилетних значений показателей тяжести потенциальных социальных и материальных негативных последствий пожаров. Среднепятилетние значения показателей опубликованы на официальном сайте МЧС России в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" [2].

Целью настоящей работы является анализ практического применения модели [3] отнесения объектов защиты на основе статистических данных о пожарах и их последствиях к определенной категории риска при планировании контрольных (надзорных) мероприятий в области пожарной безопасности с 2020 по 2024 г. В качестве метода исследования выбран графический способ представления дискретных наборов данных, в котором разные значения отображены различными цветами, известный как «Матричная тепловая карта» [4].

В рассматриваемом периоде показатель тяжести потенциальных социальных негативных последствий пожаров определялся по результатам ежегодного мониторинга сведений о пожарах и их последствиях. Данный показатель являлся основой для определения категории риска для каждого объекта защиты из соответствующей ему группы объектов однородных по виду экономической деятельности и классам функциональной пожарной опасности.







Табл.1. Расчетные значения показателей тяжести потенциальных социальных негативных последствий пожаров для групп объектов по данным за период с 2020 по 2024 г в Российской Федерации

| № | Группы объектов | Значение показателя К _{г.т.} | | | | |
|-----|--|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. |
| 1. | Объекты культурно-досугового назначения | 0,949 | 3,544 | 2,471 | 3,308 | 5,681 |
| 2. | Объекты торговли | 1,961 | 3,507 | 4,213 | 4,073 | 3,86 |
| 3. | Объекты бытового обслуживания/услуги населению | 3,03 | 6,858 | 4,652 | 9,047 | 3,229 |
| 4. | Объекты транспортной инфраструктуры | 7,915 | 75,353 | 103,421 | 35,742 | 43,878 |
| 5. | Объекты адм. назначения | 5,179 | 6,695 | 7,583 | 4,488 | 7,868 |
| 6. | Объекты складского назначения | 17,937 | 25,464 | 12,733 | 23,885 | 20,983 |
| 7. | Объекты общественного питания | 17,024 | 12,002 | 22,658 | 18,029 | 11,536 |
| 8. | Объекты с/х. назначения | 24,927 | 19,958 | 10,518 | 6,362 | 1,655 |
| 9. | Объекты соц. защиты | 42,552 | 17,728 | 24,399 | 0 | 34,429 |
| 10. | Объекты образования и дет. лагерей | 4,079 | 2,086 | 1,611 | 0,361 | 0,761 |
| 11. | Объекты религиозного назначения | 20,647 | 3,08 | 1,402 | 3,674 | 2,463 |
| 12. | Наружные установки | 38,342 | 87,503 | 31,347 | 7,957 | 19,527 |
| 13. | Объекты жил. назначения (МЖК) | 22,333 | 16,318 | 21,127 | 33,419 | 17,61 |
| 14. | Объекты здравоохранения | 12,469 | 12,028 | 5,808 | 3,145 | 5,223 |
| 15. | Объекты произв. назначения | 26,251 | 38,745 | 24,821 | 19,956 | 31,562 |
| 16. | Объекты врем. размещения людей, туризма и отдыха | 50,4 | 51,652 | 34,408 | 37,445 | 18,977 |

В Табл.1 сведены расчетные значения показателей тяжести потенциальных социальных негативных последствий пожаров (значения показателя К_{г.т.}) для групп объектов за период с 2020 по 2024 г [5,6,7,8].

В Табл.2 задается условие для последующей визуализации данных из Табл.1. Каждому интервалу [9] (категории риска), в который попадает показатель тяжести потенциальных социальных негативных последствий пожаров, соответствует определенный цвет ячейки

Табл.2. Категории риска, интервалы значений показателя тяжести потенциальных социальных негативных последствий пожаров, цвета ячеек

| Категория риска | Значение показателя К _{г.т.} | Цвет ячейки таблицы |
|--------------------------|---------------------------------------|---|
| Чрезвычайно высокий риск | $K_{г.т.} \geq 100$ |  |
| Высокий риск | $45 \leq K_{г.т.} < 100$ |  |
| Значительный риск | $20 \leq K_{г.т.} < 45$ |  |
| Средний риск | $9 \leq K_{г.т.} < 20$ |  |
| Умеренный риск | $4 \leq K_{г.т.} < 9$ |  |
| Низкий риск | $0 \leq K_{г.т.} < 4$ |  |

Анализ данных из Табл.1 с помощью метода визуализации «Матричная тепловая карта» проводился в два этапа. На первом этапе была построена базовая матричная тепловая карта, которая отображает значения показателей К_{г.т.} в виде 2D - таблицы с цветовой кодировкой ячеек в соответствии с условиями из Табл.2. Результат построения представлен в Табл.3. Из Табл.3 исключен столбец с названиями групп объектов, нумерация строк (групп) соответствует Табл.1.

На следующем этапе анализа, группируя строки табл.3, была построена кластеризованная тепловая карта. При группировке строк использовалась иерархическая кластеризация – строки группировались на основе показателя цветового сходства. В соответствии с принципом цветовой шкалы верхняя строка в таблице определялась как наиболее «теплая», нижняя – наиболее «холодная». Табл.4 представляет собой кластеризованную тепловую карту.

Анализируя кластеризованную тепловую карту сначала как единое тепловое поле можно заключить следующее. Тепловая карта образована двумя неравными тепловыми областями.

Табл.3. Базовая матричная тепловая карта значений показателя тяжести потенциальных социальных негативных последствий пожаров

| № | Значение показателя К _{г.т.} | | | | |
|-----|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. |
| 1. | 0,949 | 3,544 | 2,471 | 3,308 | 5,681 |
| 2. | 1,961 | 3,507 | 4,213 | 4,073 | 3,86 |
| 3. | 3,03 | 6,858 | 4,652 | 9,047 | 3,229 |
| 4. | 7,915 | 75,353 | 103,421 | 35,742 | 43,878 |
| 5. | 5,179 | 6,695 | 7,583 | 4,488 | 7,868 |
| 6. | 17,937 | 25,464 | 12,733 | 23,885 | 20,983 |
| 7. | 17,024 | 12,002 | 22,658 | 18,029 | 11,536 |
| 8. | 24,927 | 19,958 | 10,518 | 6,362 | 1,655 |
| 9. | 42,552 | 17,728 | 24,399 | 0 | 34,429 |
| 10. | 4,079 | 2,086 | 1,611 | 0,361 | 0,761 |
| 11. | 20,647 | 3,08 | 1,402 | 3,674 | 2,463 |
| 12. | 38,342 | 87,503 | 31,347 | 7,957 | 19,527 |
| 13. | 22,333 | 16,318 | 21,127 | 33,419 | 17,61 |
| 14. | 12,469 | 12,028 | 5,808 | 3,145 | 5,223 |
| 15. | 26,251 | 38,745 | 24,821 | 19,956 | 31,562 |
| 16. | 50,4 | 51,652 | 34,408 | 37,445 | 18,977 |

Холодная область состоит из 35 ячеек (синие и зеленые ячейки), теплая область - из 45 ячеек (желтые и оранжевые ячейки). Здесь же следует отметить, что за пятилетний период с 2020 по 2024 г. все 16 групп объектов распределялись преимущественно по 4 категориям риска (низкий, умеренный, средний, значительный).

Табл.4. Кластеризованная матричная тепловая карта значений показателя тяжести потенциальных социальных негативных последствий пожаров

| № | Значение показателя К _{г.т.} | | | | |
|----|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. |
| 4 | 7,915 | 75,353 | 103,42 | 35,742 | 43,878 |
| 16 | 50,4 | 51,652 | 34,408 | 37,445 | 18,977 |
| 12 | 38,342 | 87,503 | 31,347 | 7,957 | 19,527 |
| 15 | 26,251 | 38,745 | 24,821 | 19,956 | 31,562 |
| 13 | 22,333 | 16,318 | 21,127 | 33,419 | 17,61 |
| 9 | 42,552 | 17,728 | 24,399 | 0 | 34,429 |
| 6 | 17,937 | 25,464 | 12,733 | 23,885 | 20,983 |
| 7 | 17,024 | 12,002 | 22,658 | 18,029 | 11,536 |
| 8 | 24,927 | 19,958 | 10,518 | 6,362 | 1,655 |
| 14 | 12,469 | 12,028 | 5,808 | 3,145 | 5,223 |
| 5 | 5,179 | 6,695 | 7,583 | 4,488 | 7,868 |
| 3 | 3,03 | 6,858 | 4,652 | 9,047 | 3,229 |
| 2 | 1,961 | 3,507 | 4,213 | 4,073 | 3,86 |
| 1 | 0,949 | 3,544 | 2,471 | 3,308 | 5,681 |
| 11 | 20,647 | 3,08 | 1,402 | 3,674 | 2,463 |
| 10 | 4,079 | 2,086 | 1,611 | 0,361 | 0,761 |

Рассматривая холодную область карты (низкий, умеренный риск), обращает на себя внимание тот факт, что последовательно из категории низкого риска в категорию умеренного риска перешли группы объектов 1, 2, 3. Группа объектов 5 на протяжении всего периода оставалась в категории умеренного риска.

Теплая область карты имеет тенденцию к сокращению – группы 8 и 14 перешли за 5 лет в холодную область. При этом за период наблюдения значение показателя $K_{г.т.}$ для группы 8 снижалось последовательно год к году значительно, достигнув 15-ти кратного снижения в 2024 году по отношению к 2020 г. Также к особенностям этой области карты можно отнести наличие «горячего» кластера, образованного пятью ячейками из трёх групп (4, 12, 16) и наличие «абсолютно холодной» ячейки со значением показателя $K_{г.т.}$ равным 0 (группа 9). При более детальном рассмотрении горячего кластера особо следует отметить группы 4 и 12. Вклад такого «перегрева» в 5-ти летнем периоде для этих групп в среднепятилетние значение оказывается значительным. Более того, для этих же групп объектов разница между минимальным и максимальным значением показателя $K_{г.т.}$ в пятилетнем периоде составляет 11 и 13 раз, группа 4 и 12 соответственно.

С целью установления причин значительного превышения показателя тяжести на объектах транспортной инфраструктуры в 2022 г. был произведен анализ статистических данных о пожарах и их последствиях с 2018 по 2022 годы. Были проанализированы объекты и причины возникновения пожаров [10]. В Табл.5 приведена статистика пожаров в зданиях и сооружениях транспортной инфраструктуры. Из таблицы видно, что количество пожаров на этих объектах в 2022 году примерно выше в 1.5 раза, чем среднее значение за три предшествующих года. При этом удельная гибель людей, приходящаяся на 1000 пожаров на этих объектах в 2022 году, оказалась ниже, чем ранее. Следовательно, можно сделать вывод о том, что в 2022 году на части пожаров (около 1100 пожаров), которая превышала среднее значение предшествующего периода, гибель отсутствовала.

Табл.5. Пожар и их последствия в зданиях и сооружениях транспортной инфраструктуры в Российской Федерации

| № | Пожары и их последствия | Год | | | | |
|----|-------------------------|------|------|------|------|------|
| | | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
| 1. | Количество пожаров, ед. | - | 2157 | 2555 | 2832 | 3697 |
| 2. | Погибло, чел. | - | 39 | 44 | 53 | 57 |
| 3. | Погибло, чел./1000 ед. | - | 18 | 17 | 19 | 15 |

Примечание: в статистике за 2018 год места возникновения пожаров по типам и видам объектов имеют иную классификацию и не объединены в группу «Объекты транспортной инфраструктуры».

Дальнейший анализ причин возникновения пожаров с 2018 по 2022 год показал, что имеет место трехкратное увеличение числа пожаров 2022 году, причиной которых стало нарушение правил устройства и эксплуатации теплогенерирующих агрегатов и установок, и двукратное увеличение числа пожаров по причине нарушения правил эксплуатации бытовых газовых, керосиновых, бензиновых и др. устройств. Данные приведены в Табл.6.

Превышение в 2022 году над средним значением за предыдущий период составляет около 1000 и 100 пожаров, для первой и второй выше обозначенных причин соответственно.

Табл.6. Причины возникновения пожаров на объектах транспортной инфраструктуры в Российской Федерации

| № | Причина возникновения пожара | Год | | | | |
|----|--|------|------|------|------|------|
| | | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
| 1. | Нарушение правил устройства и эксплуатации теплогенерирующих агрегатов и установок | 446 | 678 | 664 | 588 | 1505 |
| 2. | Нарушение правил эксплуатации бытовых газовых, керосиновых, бензиновых и др. устройств | 87 | 100 | 98 | 87 | 192 |

Можно предположить с высокой долей вероятности, что в 2022 г. имело место увеличения числа пожаров в гаражно-строительных кооперативах, при отоплении которых в зимний период нарушались правила пожарной безопасности, что повлияло на значительный рост показателя тяжести для группы объектов транспортной инфраструктуры. В следующем плановом периоде в отношении объектов защиты данной группы в соответствии с периодичностью для категории чрезвычайно высокого риска (проверочное мероприятие один раз в год) были проведены плановые контрольные (надзорные) мероприятия. В 2023 и 2024 годах отмечается кратное снижение пожаров на таких объектах: 810 и 908, соответственно [7,8], что может свидетельствовать об эффективности проведенных мероприятий.

Анализируя данные по пожарам и их социальным последствиям для группы объектов 9 [7], можно заключить, что значения показателя $K_{г.т.}$ равно 0 обусловлено отсутствием травм и гибели на пожарах на объектах этой группы в 2023 году, при этом количество самих пожаров в этом году хотя и меньше в сравнение с предыдущими годами, но все еще остаётся значительным.

В результате анализа методом тепловой карты результатов применения на практике математической модели определения категории риска в деятельности федерального государственного пожарного надзора за период с 2020 г. по 2024 г. можно заключить следующее. Наибольшее количество групп объектов распределено в категориях низкого, умеренного, среднего и значительного риска. Несмотря на то, что значения показателя $K_{г.т.}$ для отнесения группы объектов защиты к категориям высокого и чрезвычайно высокого риска лежат в наиболее широком интервале (см. Табл.2), за 2020-2024 г. лишь только три из 16 групп объектов были отнесены к этим категориям риска. За рассматриваемый период определена тенденция увеличения числа групп объектов категории умеренного риска за счет перехода из категорий низкого и среднего риска. Следовательно, в план контрольных (надзорных) мероприятий включаются группы объектов защиты, в отношении которых проверки ранее не проводились, что согласуется с ежегодным уменьшением абсолютного числа объектов защиты в категории низкого риска [11]. На примере группы объектов защиты транспортной инфраструктуры используемая модель показала достаточно хороший результат в снижении числа пожаров при планировании контрольных (надзорных) мероприятий с учетом статистических данных о пожарах и их последствиях за предшествующий период.

Развитие и дополнение математической модели [12] отнесения объектов защиты к категории риска по пожарной безопасности не прекращается. К настоящему моменту в модели учтены материальные негативные последствия пожаров [13]. Высказывался подход с заменой кусочной-линейной функции значения индикаторов риска на соответствующие функции принадлежности [14].

Результаты настоящего анализа значений показателя $K_{г.т.}$ полученных за пятилетний период в ходе практического применения математической модели при помощи метода тепловой карты также могут быть использованы при дальнейшем совершенствовании модели с учетом выявленных тенденций и особенностей.

Список источников

1. О внесении изменений в Положение о федеральном государственном пожарном надзоре: постановление Правительства Рос. Федерации от 14.09.2023 г. № 1502 // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2023. №39, ст. 7021.
2. Среднепятилетние значения показателей тяжести потенциальных социальных и материальных негативных последствий пожаров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/8026?ysclid=mf19fcm9pm520068892>.
3. Зобков Д.В., Порошин А.А., Кондашов А.А. Модель отнесения объектов защиты к определённой категории риска в области пожарной безопасности // Технологии техносферной безопасности. 2020. № 4(90). С.19-31.

4. Бегичева, С. В. Методы визуализации многомерных данных // Перспективы развития образовательных технологий в цифровом мире: Материалы V Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 22 апреля 2021 года С. 44-51.

5. Маштаков В.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Шавырина Т.А., Кондашов А.А. Определение показателей для категорирования объектов защиты в области пожарной безопасности по данным за 2021 год. Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию образования гражданской обороны. – Иваново: Ивановская пожарно- спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – С. 249-254.

6. Кондашов А.А. Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Шавырина Т.А., Трещин Е.С. Определение показателей для категорирования объектов защиты в области пожарной безопасности по данным за 2022 год. Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023 – С. 275-280.

7. Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Трещин Е.С., Кондашов А.А. Определение показателей для категорирования объектов защиты в области пожарной безопасности по данным за 2023 год. Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2024. – С. 17-22.

8. Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Шавырина Т.А., Кондашов А.А. Определение показателей для категорирования объектов защиты в области пожарной безопасности по данным за 2024 год. Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию образования гражданской обороны. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2025. – С. 40-45.

9. Зобков Д.В., Порошин А.А., Кондашов А.А. Модель отнесения объектов защиты к определённой категории риска в области пожарной безопасности // Технологии техносферной безопасности. 2020. № 4(90). С.19-31.

10. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: Информационно-аналитический сборник / В. С. Гончаренко, Т. А. Чечетина, В. И. Сибирко [и др.]. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.

11. Анализ применения риск-ориентированного подхода в области пожарной безопасности с учетом индивидуализации объекта защиты на основе данных о категориях риска за последние 5 лет/ А.А. Староватых // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций: Материалы VII всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 24 апреля 2025 года, Железногорск, С. 460-463.

12. Математическая модель определения категорий риска объектов защиты в области пожарной безопасности / А.А. Порошин [и др.] // Актуальные проблемы пожарной безопасности: Материалы XXXII Международной научно-практической конференции. Балашиха. 2020. С.30-37.

13. Учёт материальных последствий пожаров при определении категорий риска объектов контроля / Д.В. Зобков [и др.] // Технологии техносферной безопасности. 2023. № 2(100). С.8-24.

14. М.И. Гвоздик, А.Ю. Дорогая Использование нечетких множеств при расчете индекса индивидуализации подконтрольного лица. Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: Материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, 2023. С. 105-108.

References

1. On Amendments to the Regulations on the Federal State Fire Supervision: Decree of the Government of the Russian Federation. Of the Russian Federation dated 09/14/2023, No. 1502 // Collection of Legislation of the Russian Federation. Federation. 2023. No. 39, article 7021.
2. Five-year average values of severity indicators of potential social and material negative consequences of fires [Electronic resource]. – Access mode: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/8026?ysclid=mf19fcm9pm520068892>.
3. Zobkov D. V., Poroshin A. A., Kondashov A. A. Model for assigning security objects to a specific risk category in the field of fire safety. *Technology of technosphere safety*, 2020, 4(90):19-31.
4. Begicheva, S. V. Methods of Visualization of Multidimensional Data // Prospects for the Development of Educational Technologies in the Digital World: Materials of the V International Scientific and Practical Conference, Yekaterinburg, April 22, 2021, pp. 44-51.
5. Mashtakov V.A., Bobrinev E.V., Udavtsova E.Y., Shavyrina T.A., Kondashov A.A. Determination of indicators for categorizing protection objects in the field of fire safety according to data for 2021. *Actual issues of improvement of engineering security systems of fire safety objects: Proceedings of the IX Russian Scientific Conference*. Ivanovo, Russia, 2022. P.249-254.
6. Kondashov A.A., Bobrinev E.V., Udavtsova E.Y., Shavyrina T.A. Determination of indicators for categorizing protection objects in the field of fire safety according to data for 2022. *Actual issues of improvement of engineering security systems of fire safety objects: Proceedings of the X Russian Scientific Conference*. Ivanovo, Russia, 2023. P.275-280.
7. Bobrinev E.V., Udavtsova E.Y., Treschi E.S., Kondashov A.A. Determination of indicators for categorizing protection objects in the field of fire safety according to data for 2023. *Actual issues of improvement of engineering security systems of fire safety objects: Proceedings of the XI Russian Scientific Conference*. Ivanovo, Russia, 2024. P.17-22.
8. Bobrinev E.V., Udavtsova E.Y., Shavyrina T.A., Kondashov A.A. Determination of indicators for categorizing protection objects in the field of fire safety according to data for 2024. *Actual issues of improvement of engineering security systems of fire safety objects: Proceedings of the XII Russian Scientific Conference*. Ivanovo, Russia, 2025. P.40-45.
9. Zobkov D. V., Poroshin A. A., Kondashov A. A. Model for assigning security objects to a specific risk category in the field of fire safety. *Technology of technosphere safety*, 2020, 4(90):19-31.
10. Fires and Fire Safety in 2022: Information and Analytical Collection / V. S. Goncharenko, T. A. Chechetina, V. I. Sibirko [et al.]. Balashikha: FGBU VNIPO EMERCOM of Russia, 2023. 80 p.
11. Analysis of the application of a risk-based approach in the field of fire safety, taking into account the individualization of the protected object, based on data on risk categories over the past 5 years / A. A. Starovatykh // *Actual Problems of Fire Safety and Emergency Protection: Proceedings of the 7th All-Russian Scientific and Practical Conference*, Krasnoyarsk, April 24, 2025, Zheleznogorsk, pp. 460-463.
12. Poroshin A.A., Kondashov A.A., Zobkov D.V., Ryzhikov A.I. Mathematical model for determining the risk categories of objects of protection in the field of fire safety. *Aktual'nye problemy pozharnoj bezopasnosti: materialy XXXII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii [Proceedings of the 32nd International Scientific and Practical Conference "Actual problems of fire safety"]*. Moscow, VNIPO, 2020, pp. 30-37.
13. Zobkov D.V., Poroshin A.A., Kondashov A.A., Sorokin V.A. Consideration of the material consequences of fires in the determination risk categories of control objects. *Technology of technosphere safety*, 2023; 2(100):8-24.
14. Gvozdik M.I. Dorogaya A.Yu. The use of fuzzy sets in calculating the index of individualization of a controlled person. *Fire safety: modern challenges. Problems and solutions: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters named after Hero of the Russian Federation Army General E.N. Zinichev, 2023. P. 105-108.

Информация об авторах

Г.Ю. Юркин – кандидат физико-математических наук, доцент

Information about the author

G. Yu. Yurkin - Ph.D. of Physico-mathematical 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 03.10.2025, одобрена после рецензирования 20.11.2025, принята к публикации 15.12.2025.

The article was submitted 03.10.2025, approved after reviewing 20.11.2025, accepted for publication 15.12.2025.