

Аналитическая статья

УДК 699.81

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, СПОСОБСТВУЮЩИХ ВОЗНИКНОВЕНИЮ ПОЖАРОВ В ЗДАНИЯХ

✉ **Владими́рова Анастасия Сергеевна.**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,

Санкт-Петербург, Россия

✉ vladimirova.as@edu.spbstu.ru

Аннотация. Пожары могут оказывать прямое или косвенное воздействие на долговечность и эксплуатационные характеристики здания. Несмотря на то, что на сегодняшний день применяется большое количество методов профилактики и обнаружения пожаров, пожары в зданиях по-прежнему считаются серьезной угрозой для жителей. Для выявления факторов, в наибольшей степени влияющих на возникновение пожара, проводился комплексный анализ прошлых пожаров в зданиях. В качестве факторов, влияющих на возникновение пожаров в зданиях, были определены особенности конструкции здания, методы реконструкции, поведение людей, правила пожарной безопасности, строительные нормы и правила, средства и методы пожаротушения, а также представления архитекторов и инженеров о пожарной безопасности. Делается попытка положить основу для лучшего понимания источников пожаров и стремления к созданию огнестойких зданий в будущем.

Ключевые слова: пожарная безопасность, здания, методы противопожарной защиты, конструктивные решения, строительное регулирование, огнестойкость, профилактика пожаров

Для цитирования: Владимиро́ва А.С. Анализ факторов, способствующих возникновению пожаров в зданиях // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2023. № 1 (45). С. 34–41.

Analytical article

ANALYSIS OF FACTORS THAT CONTRIBUTE TO THE OCCURRENCE OF FIRES IN BUILDINGS

✉ **Vladimirova Anastasia S.**

Peter the Great Saint-Petersburg polytechnic university, Saint-Petersburg, Russia

✉ vladimirova.as@edu.spbstu.ru

Abstract. Fires can have a direct or indirect impact on the durability and performance of a building. Even though many methods of fire prevention and detection are used today, fires in buildings are still considered a serious threat to residents. To identify the factors that most affect the occurrence of a fire, a comprehensive analysis of past fires in buildings was carried out. As factors influencing the occurrence of fires in buildings, the features of the building design, reconstruction methods, human behavior, fire safety rules, building codes and regulations, fire extinguishing means and methods, as well as the ideas of architects and engineers about fire safety were identified. The paper attempts to lay the foundation for a better understanding of past fires and the desire to create fire-resistant buildings in the future.

Keywords: fire safety, buildings, fire protection methods, structural solutions, construction regulation, fire resistance, fire prevention

For citation: Vladimirova A.S. Analysis of factors that contribute to the occurrence of fires in buildings // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2023. № 1 (45). P. 34–41.

Введение

В городской среде, где плотность застройки, а соответственно и плотность населения велики, пожары являются одной из наиболее опасных угроз жизни и здоровью людей и могут нести за собой значительные материальные потери. Анализируя данные статистического сборника [1] по пожарам в зданиях в Российской Федерации за 2021 г., можно прийти к выводу, что, несмотря на все принимаемые меры профилактики и пожаротушения, количество пожаров в зданиях не уменьшается (рис. 1), а число смертельных случаев в 2021 г. и вовсе возросло по сравнению с 2017 г. (рис. 2).

К основным причинам возгорания, по данным МЧС России, относят неосторожное обращение с огнем и неисправность электрооборудования. Эти факторы зачастую могут быть связаны. Видна тенденция к увеличению пожаров, связанных с неосторожным обращением с огнем (рис. 3).



Рис. 1. Количество пожаров в зданиях за 2017–2021 гг. в России

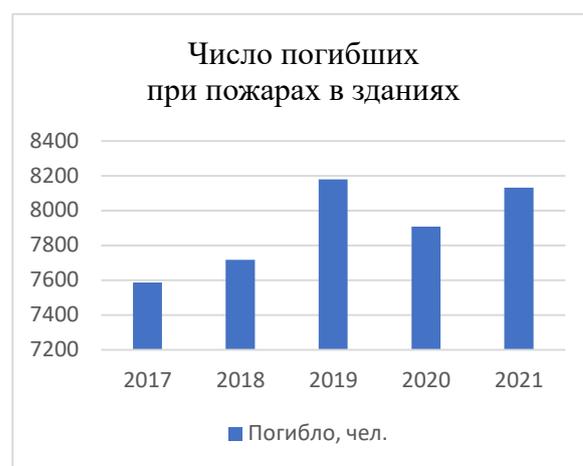


Рис. 2. Количество погибших от пожаров в зданиях за 2017–2021 гг. в России

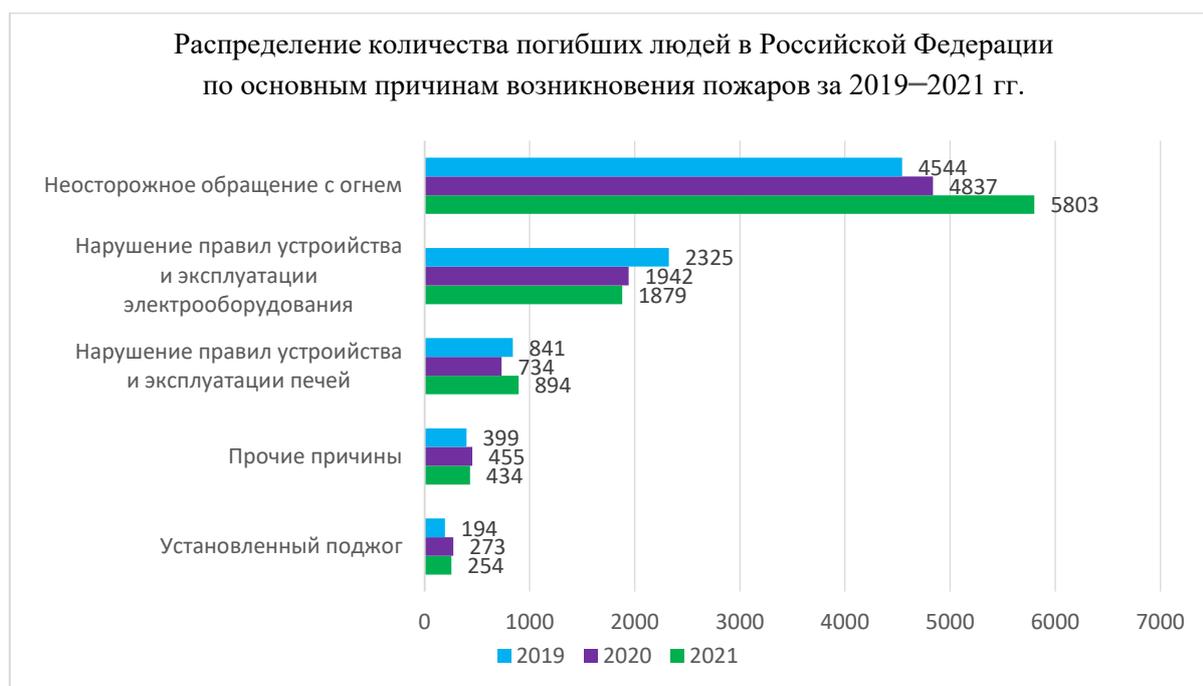


Рис. 3. Распределение количества погибших людей в Российской Федерации по основным причинам возникновения пожаров за 2019–2021 гг.

Неконтролируемые пожары являются одной из основных причин обрушения зданий, предполагаемых повреждений, потенциальных травм и убытков [2]. Например, 12 апреля 2021 г. в здании фабрики «Невская мануфактура» 1841 г. постройки пожар унес жизнь одного человека, двоих пришлось госпитализировать. Площадь пожара составила 10 000 м² после обрушения перекрытий и кровли.

Мало того, что в локальном, региональном и глобальном масштабах выбросы в результате пожаров оказывают значительное влияние на качество воздуха и атмосферу, после пожара люди могут подвергнуться сильному психологическому удару из-за потери материальных ценностей. Лишение дома является одним из самых стрессовых факторов для владельцев [3].

Основное внимание в данной статье уделяется рассмотрению факторов, влияющих на возникновение пожара в здании. Отсутствие подробного учета причин возникновения пожаров в здании приводит к недостаточной эффективности существующей системы пожарной безопасности [4].

Факторы, влияющие на возникновение пожаров в зданиях, ранее рассматривались авторами статьи [5], однако в ней не рассматриваются новые случаи крупных пожаров, а также пожары в реалиях российской системы пожарной безопасности. Это означает, что есть необходимость в повторном рассмотрении факторов, влияющих на возникновение пожаров в зданиях, которые до сих пор не рассматривались.

Таким образом, конечной целью исследования является определение и создание классификации факторов, влияющих на частоту возникновения пожаров в зданиях.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Анализ нормативно-технической документации в области пожарной безопасности.
2. Обобщение опыта исследований посредством изучения статей англоязычных авторов.
3. Создание классификации факторов, влияющих на частоту возникновения пожаров в зданиях.

Материалы и методы исследования

Для того, чтобы рассмотреть факторы, способствующие возникновению пожара в здании, были изучены англоязычные и русскоязычные статьи с помощью поиска по ключевым словам: fire statistics, building fire, fire risk factors, fire incidents, статистика пожаров, пожар в здании, факторы возникновения пожара, пожарные инциденты. Для поиска использовались базы данных Science Direct, Emerald Insight, SpringerLink, Scopus, IEEE Xplore и Elibrary.

Применялись методы анализа, сравнения и обобщения найденных материалов исследований, также проводилось изучение нормативно-технической документации Российской Федерации в области пожарной безопасности.

Поведение пожара в здании, аппаратные и программные меры пожарной безопасности, модели для оценки воздействия пожара в здании, глобальные пожары в различных зданиях и факторы, влияющие на пожар в здании, были изучены после тщательного обзора литературы. В таблице представлены краткие сведения о некоторых англоязычных источниках, использованных для данного исследования.

Таблица

Краткий обзор источников научной литературы, использованной в исследовании

№	Источник публикации	Описание исследований
1	2	3
1	International Journal of Geographical Information Science	Рассматриваются факторы, влияющие на бытовые пожары [6]
2	Disaster Prevention and Management: An International Journal	Было проведено исследование для выявления условий пожарной безопасности в колледжах-интернатах. Результаты показали, что человеческие факторы, такие как знания, отношение и убеждения людей, имеют влияние на пожарную безопасность [7]

1	2	3
3	PSU Research Review	Представлены подробные стратегии по повышению пожарной безопасности в зданиях в ключевых областях, а также определены будущие потребности в исследованиях и обучении [8]
4	Fire and materials	Для того чтобы охарактеризовать и включить меры риска в регулирование зданий рассматриваются системы регулирования зданий (BRS) как сложные социально-технические системы (STS), в которых существуют взаимодействия между учреждениями, технологиями и людьми, которые в идеале работают вместе, чтобы снизить риск до приемлемого для общества уровня [9]
5	Building research & information	Рассматривается представление системы регулирования зданий как социально-технической системы [10]
6	Safety science	Разработана дорожная карта для устранения всех угроз здоровью и безопасности, рассматриваемых в строительных нормах [11]
7	Fire technology	Описывается взаимосвязь между различными концепциями в области пожарной безопасности и обсуждается профессиональная ответственность инженера, выполняющего проектные работы [12]
8	Fire Technol	Определяются когнитивные искажения, которые могут влиять на процесс принятия решений человеком во время эвакуации при пожаре, а также на то, как они согласуются с общим принятием решений [13]
9	International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology	Работа [14] основана на обобщении литературы, чтобы дать обзор практики обеспечения пожарной безопасности в зданиях государственных больниц
10	Building and environment	Изучается скорость потока воздуха через дверной проем с учетом вентиляции при моделировании пожаров [15]
11	Безопасный и комфортный город	Проводится анализ статистики пожаров в России и США, и констатируются факторы возникновения возгораний [16]
12	Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси	Рассматриваются методы спасения людей от пожаров при землетрясениях, уточняются факторы их возникновения [17]

В Российской Федерации пожарная безопасность зданий и сооружений является одним из основных направлений государственной политики [18]. Проектирование и строительство любого объекта должно происходить в соответствии с Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [19], согласно которому в процессе эксплуатации здания возможность возникновения пожара исключалась, а при его возникновении ограничивалось воздействие на людей и материальные ценности опасных производственных факторов, предотвращалось задымление.

Строительство и реконструкция зданий общественного и жилого назначения предусматривает разработку проектной документации, одним из разделов которой являются «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности» [20].

Намерение проектировщиков и строителей состоит в том, чтобы спроектировать здание, которое прослужит более 60 лет [21]. Однако это не всегда возможно по разным причинам, среди которых есть и пожар. Пожар влияет на долговечность и эксплуатационные характеристики здания в существующей структуре здания или даже на его старость [22, 23]. Поэтому необходимо изучить источники возникновения и поведение огня, чтобы приблизиться к обеспечению пожарной безопасности в здании.

Результаты исследования и их обсуждение

Пожары наносят экономический и экологический ущерб во всем мире. Отсутствие учета факторов, влияющих на возникновение пожаров в здании, приводит к неэффективности существующей системы пожарной безопасности в здании и создает опасность для жизни людей. В данной работе определены факторы, влияющие на возникновение пожаров в зданиях (рис. 4).

Факторы, способствующие возникновению пожаров в здании					
Конструктивные особенности здания - Неправильное хранение строительных материалов - Эксплуатация здания не соответствует его назначению - Не предусмотрен быстрый доступ пожарной охраны в любое помещение - Отсутствует возможность подачи огнетушащих веществ в очаг пожара - Не обеспечены требуемые пути эвакуации	Методы реконструкции - Некачественный ремонт - Горючие материалы строительные леса - Сварочные работы - Незащищенные строительные конструкции - Незавершенные строительные работы на путях эвакуации - Горючие отходы	Опасные действия человека - Неправильное хранение воспламеняющихся веществ - Незнание правил пожарной эвакуации - Курение в здании - Использование источников открытого огня - Неправильное использование электроприборов - Загромождение путей эвакуации - Поджоги - Несвоевременный вызов пожарной службы	Нормы, правила и политика в области пожарной безопасности - Склонность проектировщиков следовать минимальным требованиям пожарной безопасности - Отсутствие достаточного финансирования - Необходимость в разработке новых способов тушения пожаров - Наличие неактуальных и противоречащих друг другу документов	Методы пожаротушения - Практическое применение программного обеспечения для моделирования пожара - наличие средств пожаротушения в здании - Качество обмундирования пожарной команды - Недостаточное укомплектование пожарных команд	Восприятие строителей и инженеров по противопожарной защите - Недостатки в обучении и проверке знаний специалистов - Языковой барьер между специалистами разных стран - неосведомленность о новейших разработках в области пожарной безопасности - Проблемы вовлечения новых специалистов

Рис. 4. Факторы, способствующие возникновению пожаров в здании

Был проведен обширный анализ литературы для изучения возникновения и развития пожара в здании. В качестве факторов оценивались особенности конструкции здания [24, 25], методы реконструкции, поведение людей [26–28], политика и строительные нормы, методы пожаротушения, а также восприятие архитекторов и инженеров по противопожарной защите.

Заключение

Таким образом, в ходе исследования были определены основные факторы, влияющие на частоту возникновения пожаров в зданиях, и разделены на шесть основных групп.

Огромную часть застройки городов составляют здания различного назначения, которые рассчитаны на десятилетия службы. В течение своего жизненного цикла они подвергаются не только старению, но и стихийным бедствиям, которые могут привести к досрочному обрушению.

Существующие мероприятия защиты от возгорания и дальнейшего развития пожара не учитывают все существующие проблемы пожарной безопасности.

Улучшение конструкции зданий, своевременная реконструкция, совершенствование норм пожарной безопасности, методов пожаротушения, качественная подготовка специалистов в области обеспечения пожарной безопасности, а также соблюдение населением противопожарных правил является ключом к снижению пожарной опасности в зданиях.

Список источников

1. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. / В.С. Гончаренко [и др.]; под общ. ред. С.В. Соколова. М.: ВНИИПО МЧС России, 2022. 116 с.
2. Wong N., Jan W. Total building performance evaluation of academic institution in Singapore // *Building and Environment*. 2003. Vol. 38. № 1. P. 161–176.
3. Caia G., Ventimiglia F., Maass A. Container vs. dacha: The psychological effects of temporary housing characteristics on earthquake survivors // *Journal of Environmental Psychology*. 2010. Vol. 30. № 5. P. 60–66.
4. Xiuyu L., Hao Z., Qingming, Z. Factor analysis of high-rise building fires reasons and fire protection measures // *Procedia Engineering*. 2012. Vol. 45. P. 643–648.

5. Rathnayake R., Sridarran P., Abeynayake M. Factors contributing to building fire incidents: A review // *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Dubai, 2020.
6. Špatenková O., Stein A. Identifying factors of influence in the spatial distribution of domestic fires // *International Journal of Geographical Information Science*. 2010. Т. 24. № 6. С. 841–858.
7. Subramaniam C. Human factors influencing fire safety measures // *Disaster Prevention and Management: An International Journal*. 2004. Т. 13. № 2. С. 110–116.
8. Kodur Venkatesh, Puneet Kumar, Muhammad Masood Rafi. Fire hazard in buildings: review, assessment and strategies for improving fire safety // *PSU Research Review*. 2019.
9. Meacham Brian J., Michael Stromgren, Patrick van Hees. A holistic framework for development and assessment of risk-informed performance-based building regulation // *Fire and materials*. 2021. № 45.6. P. 757–771.
10. Meacham Brian J., IJstrand J. van Straalen. A socio-technical system framework for risk-informed performance-based building regulation // *Building research & information*. 2018. № 46.4. P. 444–462.
11. Meacham B.J., van Straalen I.J., Ashe B. Roadmap for incorporating risk as a basis of performance objectives in building regulation // *Safety Science*. 2021. Т. 141. DOI: 10.1016/j.ssci.2021.105337.
12. The need for hierarchies of acceptance criteria for probabilistic risk assessments in fire engineering / R. Van Coile [et al.] // *Fire Technology*. 2019. № 55 (4). P. 1111–1146. DOI: 10.1007/s10694-018-0746-7.
13. Cognitive Biases Within Decision Making During Fire Evacuations / M.J. Kinsey [et al.] // *Fire Technol.* 2019. № 55. P. 465–485. DOI: 10.1007/s10694-018-0708-0.
14. Overview of Fire Safety Management for Government Hospital Buildings / Siti Shahirah Suhaili [et al.] // *Int. J. Adv. Res. Eng. Technol.* 2020. № 11. P. 89–97.
15. Chow W.K., Zou G.W. Correlation equations on fire-induced air flow rates through doorway derived by large eddy simulation // *Building and Environment*. 2005. Vol. 40. № 7. P. 897–906.
16. Вульф А.Ю. Анализ факторов, влияющих на частоту возникновения пожаров в зданиях и сооружениях // *Безопасный и комфортный город: сб. науч. трудов по материалам всерос. науч.-практ. конф.* Орел: Орловский гос. ун-т им. И.С. Тургенева, 2018. С. 87–90.
17. Маджидов И.У., Кулдашев А.Х., Ибрагимов Б.Т. Анализ факторов пожара при землетрясениях // *Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси*. 2020. Т. 4. № 3. С. 297–304.
18. О пожарной безопасности: Федер. закон от 21 дек. 1994 г. № 69-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
19. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федер. закон от 30 дек. 2009 г. № 384-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
20. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию: постановление Правительства Рос. Федерации от 16 февр. 2008 г. № 87. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
21. Sustainable refurbishment for school buildings: a literature review / A. Le [et al.] // *International Journal of Building Pathology and Adaptation*. 2018.
22. Подгрушный А.В., Денисов А.Н., Хонг Ч.Д. Современные проблемы тушения пожаров в зданиях повышенной этажности и высотных зданиях // *Пожаровзрывобезопасность*. 2007. № 16.6. С. 53–57.
23. Лазуренко А.А., Николаев А.Н., Шмырева М.Б. Современные проблемы тушения пожаров в зданиях повышенной этажности и высотных зданиях // *Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций*. 2018. № 1. С. 813–816.
24. Джангиев Р.Н., Артемьев Н.С., Данилов А.М. Тушение пожаров и спасание людей в высотных зданиях // *Исторический опыт, современные проблемы и перспективы образовательной и научной деятельности в области пожарной безопасности: сб. тезисов докладов материалов междунар. науч.-практ. конф.* М.: Акад. ГПС МЧС России, 2018.

25. Выставкина Е.В. Пожарная опасность в зданиях: обзор, оценка и тактики увеличения пожарной безопасности // *The Scientific Heritage*. 2021. № 65-3. С. 59–65.
26. Коткова Е.А. Модель нейронной сети для прогнозирования предэвакуационного поведения людей при пожаре // *Национальная безопасность и стратегическое планирование*. 2022. № 2 (38). С. 66–72. DOI: 10.37468/2307-1400-2022-2-66-72. EDN UBIKMZ.
27. Коткова Е.А. Анализ подходов к исследованию поведения людей при эвакуации в экстремальных ситуациях // *Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения*. 2021. Т. 16. № 4. С. 1476–1479. EDN SKRFSM.
28. Коткова Е.А., Матвеев А.В. Методика интеллектуального прогнозирования эффективности управления эвакуацией людей из общественных зданий // *Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России»*. 2021. № 4. С. 107–120. EDN PLARHX.

References

1. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2021 godu: statist. sb. / V.S. Goncharenko [i dr.]; pod obshch. red. S.V. Sokolova. M.: VNIPO MCHS Rossii, 2022. 116 s.
2. Wong N., Jan W. Total building performance evaluation of academic institution in Singapore // *Building and Environment*. 2003. Vol. 38. № 1. P. 161–176.
3. Caia G., Ventimiglia F., Maass A. Container vs. dacha: The psychological effects of temporary housing characteristics on earthquake survivors // *Journal of Environmental Psychology*. 2010. Vol. 30. № 5. P. 60–66.
4. Xiuyu L., Hao Z., Qingming, Z. Factor analysis of high-rise building fires reasons and fire protection measures // *Procedia Engineering*. 2012. Vol. 45. P. 643–648.
5. Rathnayake R., Sridarran P., Abeynayake M. Factors contributing to building fire incidents: A review // *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Dubai, 2020.
6. Špatenková O., Stein A. Identifying factors of influence in the spatial distribution of domestic fires // *International Journal of Geographical Information Science*. 2010. T. 24. № 6. S. 841–858.
7. Subramaniam C. Human factors influencing fire safety measures // *Disaster Prevention and Management: An International Journal*. 2004. T. 13. № 2. S. 110–116.
8. Kodur Venkatesh, Puneet Kumar, Muhammad Masood Rafi. Fire hazard in buildings: review, assessment and strategies for improving fire safety // *PSU Research Review*. 2019.
9. Meacham Brian J., Michael Stromgren, Patrick van Hees. A holistic framework for development and assessment of risk-informed performance-based building regulation // *Fire and materials*. 2021. № 45.6. P. 757–771.
10. Meacham Brian J., IJsbrand J. van Straalen. A socio-technical system framework for risk-informed performance-based building regulation // *Building research & information*. 2018. № 46.4. P. 444–462.
11. Meacham B.J., van Straalen I.J., Ashe B. Roadmap for incorporating risk as a basis of performance objectives in building regulation // *Safety Science*. 2021. T. 141. DOI: 10.1016/j.ssci.2021.105337.
12. The need for hierarchies of acceptance criteria for probabilistic risk assessments in fire engineering / R. Van Coile [et al.] // *Fire Technology*. 2019. № 55 (4). P. 1111–1146. DOI: 10.1007/s10694-018-0746-7.
13. Cognitive Biases Within Decision Making During Fire Evacuations / M.J. Kinsey [et al.] // *Fire Technol.* 2019. № 55. P. 465–485. DOI: 10.1007/s10694-018-0708-0.
14. Overview of Fire Safety Management for Government Hospital Buildings / Siti Shahirah Suhaili [et al.] // *Int. J. Adv. Res. Eng. Technol.* 2020. № 11. P. 89–97.
15. Chow W.K., Zou G.W. Correlation equations on fire-induced air flow rates through doorway derived by large eddy simulation // *Building and Environment*. 2005. Vol. 40. № 7. P. 897–906.

16. Vul'f A.Yu. Analiz faktorov, vliyayushchih na chastotu vozniknoveniya pozharov v zdaniyah i sooruzheniyah // Bezopasnyj i komfortnyj gorod: sb. nauch. trydov po materialam vseros. nauch.-prakt. konf. Orel: Orlovskij gos. un-t im. I.S. Turgeneva, 2018. S. 87–90.
17. Madzhidov I.U., Kuldashv A.H., Ibragimov B.T. Analiz faktorov pozhara pri zemletryasenyah // Vestnik Universiteta grazhdanskoj zashchity MCHS Belarusi. 2020. T. 4. № 3. S. 297–304.
18. O pozharnoj bezopasnosti: Feder. zakon ot 21 dek. 1994 g. № 69-FZ. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
19. Tekhnicheskij reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij: Feder. zakon ot 30 dek. 2009 g. № 384-FZ. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
20. O sostave razdelov proektnoj dokumentacii i trebovaniyah k ih sodержaniyu: postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 16 fevr. 2008 g. № 87. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
21. Sustainable refurbishment for school buildings: a literature review / A. Le [et al.] // International Journal of Building Pathology and Adaptation. 2018.
22. Podgrushnyj A.V., Denisov A.N., Hong Ch.D. Sovremennye problemy tusheniya pozharov v zdaniyah povyshennoj etazhnosti i vysotnyh zdaniyah // Pozharovzryvobezopasnost'. 2007. № 16.6. S. 53–57.
23. Lazurenko A.A., Nikolaev A.N., Shmyreva M.B. Sovremennye problemy tusheniya pozharov v zdaniyah povyshennoj etazhnosti i vysotnyh zdaniyah // Problemy obespecheniya bezopasnosti pri likvidacii posledstvij chrezvychajnyh situacij. 2018. № 1. S. 813–816.
24. Dzhangiev R.N., Artem'ev N.S., Danilov A.M. Tushenie pozharov i spasanie lyudej v vysotnyh zdaniyah // Istoricheskij opyt, sovremennye problemy i perspektivy obrazovatel'noj i nauchnoj deyatel'nosti v oblasti pozharnoj bezopasnosti: sb. tezisov dokladov materialov mezhdunar. nauch.-prakt. konf. M.: Akad. GPS MCHS Rossii, 2018.
25. Vystavkina E.V. Pozharnaya opasnost' v zdaniyah: obzor, ocenka i taktiki uvelicheniya pozharnoj bezopasnosti // The Scientific Heritage. 2021. № 65-3. S. 59–65.
26. Kotkova E.A. Model' nejronnoj seti dlya prognozirovaniya predevakuacionnogo povedeniya lyudej pri pozhare // Nacional'naya bezopasnost' i strategicheskoe planirovanie. 2022. № 2 (38). S. 66–72. DOI: 10.37468/2307-1400-2022-2-66-72. EDN UBIKMZ.
27. Kotkova E.A. Analiz podhodov k issledovaniyu povedeniya lyudej pri evakuacii v ekstremal'nyh situacijah // Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ih resheniya. 2021. T. 16. № 4. S. 1476–1479. EDN SKRFSM.
28. Kotkova E.A., Matveev A.V. Metodika intellektual'nogo prognozirovaniya effektivnosti upravleniya evakuaciej lyudej iz obshchestvennyh zdaniy // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2021. № 4. S. 107–120. EDN PLARHX.

Информация о статье:

Поступила в редакцию: 15.01.2023

Принята к публикации: 01.02.2023

The information about article:

Article was received by the editorial office: 15.01.2023

Accepted for publication: 01.02.2023

Информация об авторах:

Владимирова Анастасия Сергеевна, студент Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29), e-mail: vladimirova.as@edu.spbstu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0232-9358>

Information about the authors:

Vladimirova Anastasia S., student of the Peter the Great Saint-Petersburg polytechnic university (195251, Saint-Petersburg, Politechnicheskaya str., 29), e-mail: vladimirova.as@edu.spbstu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0232-9358>