

Научная статья

УДК 614.841.31

## **ПУТИ СНИЖЕНИЯ РИСКА ОПАСНОСТИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ПОЖАРАХ В ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРАХ**

✉ Савчук Олег Николаевич;

Степанов Роман Александрович.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉ [savchuk.o@igps.ru](mailto:savchuk.o@igps.ru)

*Аннотация.* Приводится анализ статистических данных о количестве пожаров и материального ущерба на объектах торговли? и акцентируется внимание на проблеме обеспечения безопасности населения при посещении торгово-развлекательных центров в случаях возникновения пожаров в них. Это обосновывается спецификой функционирования таких объектов и одновременным посещением их большим количеством людей, а также содержанием в них товаров, способных к воспламенению и выделению токсических газов. Приводятся статистические данные о человеческих потерях и материальном ущербе от крупных пожаров в торгово-развлекательных центрах за последние годы. Рассматриваются особенности обеспечения пожарной безопасности населения таких объектов, связанных с размещением в них на верхних этажах киноцентров и развлекательных зон. На основе анализа причин возникновения пожаров в ночном клубе «Хромая лошадь» и торгово-развлекательном центре «Зимняя вишня» рассмотрены пути совершенствования профилактических и противопожарных мероприятий по повышению безопасности посетителей: объемно-планировочные решения при проектировании, связанные с применением при строительстве материалов повышенной пожароустойчивости, разработанных на основе нанотехнологий, размещением киноцентров и развлекательных зон на нижних этажах, совершенствованием комплекса систем обнаружения и оповещения о пожаре и автоматического пожаротушения, способов эвакуации.

*Ключевые слова:* торгово-развлекательный центр, пожарная нагрузка, система обнаружения и оповещения о пожаре, система автоматического пожаротушения, пожароустойчивость

**Для цитирования:** Савчук О.Н., Степанов Р.А. Пути снижения риска опасности для населения при пожарах в торгово-развлекательных центрах // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2023. № 1 (45). С. 15–24.

Scientific article

## **THE WAYS TO REDUCE THE RISK OF DANGER TO THE PUBLIC IN FIRES IN SHOPPING MALLS**

✉ Savchuk Oleg N.;

Stepanov Roman A.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

✉ [savchuk.o@igps.ru](mailto:savchuk.o@igps.ru)

*Abstract.* The article provides an analysis of statistical data on the number of fires and material damage at the facilities of trade and the problem of ensuring the safety of the population when visiting especially shopping and entertainment centers in cases of fires in them. This is justified by the specifics of the functioning of such objects and the simultaneous visit to the large contingent of people, as well as the content of goods in them capable of ignition and isolating toxic gases. Statistical data on human losses and material damage in large fires in shopping and entertainment centers in recent years are given. Features of ensuring the fire safety of such objects related to the placement of centers and entertainment zones are considered on the top floors. Based on the analysis of the causes of fires in the nightclub «Lame horse» and shopping and entertainment center «Winter cherry» shopping and entertainment center, ways to improve prevention and fire safety measures to improve the safety of visitors are considered: Surgical-planning solutions in the design associated with the use of materials during the construction of increased fire resistance, developed on the basis of nanotechnology, the placement of film centers and entertainment zones on the lower floors, the improvement of the complex of detection systems and alerts about fire and automatic fire extinguishing, evacuation methods.

© Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2023

*Keywords:* shopping mall, fire load, fire detection and warning system, automatic fire extinguishing system, fire resistance

**For citation:** Savchuk O.N., Stepanov R.A. The ways to reduce the risk of danger to the public in fires in shopping malls // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2023. № 1 (45). P. 15–24.

## Введение

В настоящее время наиболее распространенными причинами чрезвычайных ситуаций в торгово-развлекательных центрах (ТРЦ) являются пожары. Обеспечение безопасности посетителей на таких объектах вызывает тревогу вследствие высокого уровня опасности, что требует тщательного анализа произошедших ранее пожаров на объектах массового скопления людей с целью выявления основных причин возникновения пожаров, приведших к гибели значительного количества людей и материальному ущербу [1].

### Анализ основных причин возникновения пожаров в ТРЦ и проблемы обеспечения пожарной безопасности посетителей

Анализ статистических данных о количестве пожаров и материального ущерба только на объектах торговли с 2015 по 2019 г. в Российской Федерации подчеркивает существующую проблему по снижению этих показателей (рис. 1) [2, 3].



Рис. 1. Количество пожаров и материальный ущерб по объектам торговли в Российской Федерации в период с 2015 по 2019 г.

В настоящее время наибольшую пожарную опасность из объектов торговли представляют ТРЦ [3]. Это связано с наличием в них большого количества материалов, способных к возгоранию, наличием помещений с различным функциональным назначением, частой сменой арендаторов этих помещений, которые могут размещать в них новые виды товаров, что вызывает трудности в оперативной оценке пожарного риска и выработке профилактических противопожарных мероприятий.

Специфика работы ТРЦ связана со значительным количеством посетителей, наличием как торговых помещений и общепита, так и аттракционов для детей, что приводит к большому скоплению людей. Малейшее нарушение норм и правил противопожарной безопасности на таких объектах может привести к огромным материальным потерям

и большим человеческим жертвам. Так, например, пожар, произошедший в ночном клубе «Хромая лошадь» в г. Перми в 2009 г., привел к гибели свыше 150 чел., около 250 чел. пострадали [4].

В настоящее время известны основные способы предотвращения возникновения пожара и обеспечения безопасности людей в случае возникновения пожара в ТРЦ:

- наличие и поддержание в готовности к применению всех систем обнаружения и оповещения, а также средств автоматического пожаротушения и дымоудаления;
- соблюдение требований пожарной безопасности и оперативные действия всех работников ТРЦ, которые достигаются путем обучения их мерам пожарной безопасности и проведением практических тренировок.

Одна из проблем обеспечения надлежащей безопасности людей, посещающих ТРЦ, заключается в том, что будущие собственники таких объектов часто пренебрегают требованиями пожарной безопасности уже на этапе проектирования и строительства зданий. Это ведет к тому, что в ходе их эксплуатации проблемы обеспечения пожарной безопасности, вызванные этими недостатками, становятся неустранимыми.

Особенности обеспечения пожарной безопасности населения в ТРЦ связаны со следующими обстоятельствами [6]:

- трудности быстрой эвакуации большого количества людей из всех помещений и со всех этажей при возникновении пожара;
- наличие среди посетителей любого ТРЦ детей, лиц с ограниченными возможностями, что вызывает необходимость в дополнительных более сложных способов эвакуации, учитывающих особенности их состояния здоровья и малолетний возраст;
- размещение в ТРЦ большого количества возгораемых товаров;
- наличие в ТРЦ лифтов и эскалаторов существенно осложняет процесс эвакуации людей, так как при возникновении пожаров люди на них могут быть заблокированы;
- в ТРЦ с высокой посещаемостью сложнее организовать подъезд спасательной техники и скорой помощи в связи с размещением автомобилей посетителей.

Согласно Общероссийской статистике причин пожаров (рис. 2) к основным причинам пожаров в общественных зданиях относятся неисправность электрооборудования и неосторожное обращение с огнем [7, 8].



Рис. 2. Причины пожаров в Российской Федерации

Поэтому в ТРЦ обычно при организации противопожарной профилактики особое внимание уделяют трем факторам, которые могут стать причиной пожара:

1. Несоблюдение условий проведения различных работ (сварочные работы, подключение электрооборудования и т.д.).
2. Неосторожное обращение с огнем.
3. Умышленные поджоги и террористические акты.

Анализ данных о крупных пожарах в торгово-развлекательных центрах за последние несколько лет по всей России, представленных в табл. 1 и на рис. 3, показывает, что самым крупным по численности погибших и пострадавших и по материальному ущербу был пожар в ТРЦ «Зимняя вишня» в г. Кемерово в 2018 г.

Таблица 1

### Пожары в торгово-развлекательных центрах в России за 2009–2021 гг.

Дата	Наименование	Описание	Причины
5 декабря 2009 г.	Ночной клуб «Хромая лошадь», г. Пермь	Количество пострадавших – 238 чел., количество погибших – 156 чел.	Возгорание пенопласта, которым был покрыт потолок зала кафе, от попавшей в него горячей частицы, выброшенной из сработавшего пиротехнического устройства
6 сентября 2016 г.	ТЦ «Город», Москва	Происходило тление утеплителя. Площадь пожара – 20 кв. м., эвакуировано 500 чел.	Возможная причина – короткое замыкание
8 июля 2016 г.	ТЦ «Тополь», г. Иваново	Возгорание произошло в вентиляционной шахте. Площадь 5 кв. м.	Задымление в вентиляционной шахте из-за короткого замыкания
29 июня 2016 г.	ТЦ «Алмаз», г. Пермь	На здании загорелся рекламный щит	Короткое замыкание электропроводки
15 апреля 2016 г.	ТЦ «Вечерний», г. Череповец	Возгорание в магазине «Северный»	Неисправность электросчетчика
10 июля 2017 г.	ТЦ «РИО», Москва	Площадь возгорания – 70 тыс. кв. м., 18 пострадавших	Нарушение техники безопасности при проведении сварочных работ
13 марта 2017 г.	ТЦ «Грани», г. Северск	Общая площадь возгорания – 600 кв. м.	Причина неизвестна
7 января 2017 г.	ТЦ «Домино», г. Брянск	Было обнаружено два очага возгорания на кухне	Вспышка жировых отложений
26 марта 2018 г.	ТРЦ «Зимняя вишня», г. Кемерово	Площадь пожара – 1 600 кв. м. В результате пожара погибло 65 чел.	Возможная причина – неисправность электропроводки
4 апреля 2018 г.	ТЦ «Персей для детей», Москва	Количество пострадавших – 6 чел., количество погибших – 1 чел.	Возможная причина – короткое замыкание
21 декабря 2021 г.	ТЦ «Лента», г. Томск	Площадь пожара – 5 000 кв. м.	Умышленный поджог
5 ноября 2022 г.	Ночной клуб «Полигон», г. Кострома	Погибло 15 чел., эвакуировано 250 чел, площадь пожара – 3 500 кв. м	Возгорание от применения петарды и ракетницы



Рис. 3. Количество погибших и пострадавших в ТРЦ России за 2009–2021 гг.

Таблица 2

#### Материальный ущерб от пожаров в торгово-развлекательных центрах в России

Наименование ТРЦ	Клуб «Хромая лошадь»	ТРЦ «Зимняя вишня»	ТРЦ «Персей для детей»	ТРЦ «Город»	ТРЦ «Тополь»	ТРЦ «Алмаз»	ТРЦ «Вечерний»	ТРЦ «РИО»	ТРЦ «Грани»	ТРЦ «Домино»
Материальный ущерб	265 млн руб.	3 млрд руб.	143 млн руб.	5 млн руб.	2 млн руб.	511 тыс. руб.	215 тыс. руб.	156 млн руб.	6 млн руб.	7 млн руб.

Анализируя причины возникновения пожаров в ночном клубе «Хромая лошадь» и в ТРЦ «Зимняя вишня» [4, 9], можно сделать вывод, что в обоих случаях возгорание произошло из-за нарушения правил пожарной безопасности: были отключены системы пожаротушения и дымоудаления, пожарная сигнализация, а также из-за применения в отделке пенопласта и пластика. Ограниченное количество эвакуационных выходов и отключение аварийного освещения привело к невозможности организации безопасной эвакуации при пожаре.

При строительстве ТРЦ определяющим является обеспечение прочности и надёжности сооружений, продуманное функциональное предназначение помещений и соблюдения мер безопасности людей. В большинстве мегаполисов ТРЦ состоят из четырех и более этажей. Во многих развлекательных центрах кинотеатры находятся на последнем этаже. Такой объект представляет собой сложное конструктивное и технически оборудованное помещение – с высокими потолками и большим шагом колонн. Чаще всего в ТРЦ на верхних этажах также располагают общепит, аттракционы.

Расположение на верхних этажах аттракционов, кинозалов приводит к сложности обеспечения безопасности людей в связи с тем, что посетитель не может самостоятельно и быстро, без помощи обслуживающего персонала, покинуть помещение в случае

возникновения пожара. В этих случаях проблемой становится эвакуация посетителей при спуске с верхних этажей в связи с отключением лифтов и эскалаторов и невозможностью преодоления поражающих факторов пожара при возгорании на нижних этажах. Несмотря на недопустимость применения в качестве декора оборудования помещений ТРЦ горючих и выделяющих большое количество токсичных газов при пожаре материалов [10], к сожалению, в большинстве случаев возникновения пожаров в основе были нарушения в соблюдении этих условий.

Размещение кинотеатров на нижних этажах в уже построенных многоэтажных зданиях ТРЦ практически невозможно из-за нарушения конструктивной прочности зданий торговых центров, к тому же высота помещений нижних этажей недостаточна для кинозалов. В этой ситуации решение проблемы повышения безопасности посетителей при пожаре в многоэтажных ТРЦ возможно путем отказа от кинотеатров и развлекательных аттракционов либо разработки дополнительных профилактических и противопожарных мер по снижению пожарного риска.

### **Результаты анализа и пути повышения пожарной безопасности населения при посещении ТРЦ**

Повышение безопасности населения при посещениях ТРЦ возможно путем совершенствования профилактических и противопожарных мероприятий, которые позволят существенно снизить людские потери и материальный ущерб при возникновении пожаров.

Для снижения риска опасности населения при пожарах в ТРЦ целесообразно:

1. Для повышения пожарной безопасности ТРЦ следует осуществлять объемно-планировочные решения при строительстве таких зданий с учетом:

- проектирования выходов и путей эвакуации с каждого этажа здания, так как лифты и эскалаторы в пожароопасных ситуациях будут обесточены;

- выбора материалов для конструкций, пандусов и оборудования, предназначенного для эвакуации лиц с ограниченными возможностями;

- выбора материалов для строительства с повышенной прочностью и пожаробезопасностью [11]. Например, ученые разработали бетонную смесь, которая включает в себя углеродные наночастицы [12]. Изготовленный таким способом бетон примерно в 1,8 раза легче обычного за счёт того, что у него меньше плотность, и он обладает высокой прочностью, хорошей водонепроницаемостью и морозостойкостью. Построенное из него сооружение способно выдерживать нагрузки втрое выше, чем выполненное из простого бетона. В настоящее время в отделке помещений с массовым пребыванием людей допускается применение ламината, дерева и паркета, обработанного специальными веществами и обладающего высокой огнестойкостью. Перспективным является использование материалов с повышенной огнестойкостью с использованием покрытий на основе нанотехнологий;

- ограничения площади и высоты помещений, тушение пожаров в которых будет затруднено;

- сокращения количества шахт лифтов, пересекающих границы пожарных отсеков;

- оборудования зданий противопожарными средствами, препятствующими распространению огня;

- оборудования системы аварийного пожаротушения для оперативного тушения пожаров в помещениях, где будут размещаться товары с повышенной пожарной нагрузкой [13];

- снижения пожарной нагрузки для складских и других пожароопасных помещений.

В настоящее время все основные планировочные решения выбираются при проектировании нового ТРЦ и проверяются при вводе в эксплуатацию. При необходимости в ходе эксплуатации торгового центра можно заказать проект перепланировки или переустройства, провести капитальные и текущие ремонты для повышения уровня защиты;

– размещения аттракционов и киноцентров на нижних этажах. В последнее время застройщики, учитывая последние требования пожарной инспекции, стали размещать кинозалы на первом этаже ТРЦ.

Наглядным примером таких решений является ТРЦ «Питер Радуга» в Санкт-Петербурге. Общая площадь комплекса составляет 90 тыс. кв. м, торговая – 80 тыс. кв. м. Здание торгового центра двухэтажное, второй степени огнестойкости. В здании имеется четыре основных и семь запасных эвакуационных выходов. Здание оборудовано автоматической установкой водяного пожаротушения. Пожарные краны и огнетушители ОП-5 расположены во всех помещениях ТРЦ. Здание оборудовано автоматической установкой водяного пожаротушения. Все помещения ТРЦ «Питер Радуга» оборудованы системами автоматического пожаротушения и разделены на противопожарные отсеки.

ТРЦ «Питер Радуга» – один из немногих в Санкт-Петербурге, спроектированный в соответствии с последними нормами СНИП. Игровые площадки в ТРЦ размещены на втором этаже и не далее, чем за 20 м от эвакуационного выхода.

Кинотеатр «Кино Стар Сити» расположен на первом этаже и по проекту второй эвакуационный выход из зала ведет непосредственно на эвакуационную лестницу.

На рис. 4 приведен план эвакуации людей со второго этажа в ТРЦ «Питер Радуга» при пожаре.



Рис. 5. План эвакуации при возникновении пожара со второго этажа ТРЦ «Питер Радуга»

Для сравнения в более ранней постройке – торговом центре «Галерея» в Санкт-Петербурге кинотеатр расположен на четвертом этаже, что вызывает трудности с эвакуацией посетителей в случае пожара.

2. Совершенствование комплекса систем обнаружения и оповещения о пожаре, водяного, газового и порошкового пожаротушения, противодымной защиты, а также зон безопасности.

Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре является одной из важных систем в сфере обеспечения пожарной безопасности объектов с массовым пребыванием людей [14].

Ее совершенствование должно осуществляться на пути разработки более надежных технических средств, систем противопожарной защиты с высокой оперативностью и производительностью по тушению пожара. Перспективным, на взгляд авторов, является внедрение в программное обеспечение таких систем для ТРЦ программ на основе искусственного интеллекта [15, 16], позволяющих вырабатывать речевые команды по оперативному и оптимальному выходу посетителей из зоны опасности в зависимости от места возникновения и динамики распространения пожара, а также последовательности включения систем автоматического пожаротушения. Целесообразна разработка специального оборудования в ТРЦ для экстренной эвакуации и вывода из здания лиц с ограниченными возможностями.

3. Важным элементом в обеспечении безопасности посетителей ТРЦ при пожаре является своевременный и безопасный их вывод из здания. В связи с этим целесообразно при входе выдавать каждому из посетителей схему эвакуации из помещений ТРЦ, что позволит при возникновении пожара быстро сориентироваться и безопасно преодолеть участки опасного задымления при выходе из здания. Кроме того, необходимо обучить персонал объекта правильной организации, эвакуации посетителей из здания, без паники, прежде всего детей, пожилых граждан, лиц с ограниченными возможностями. В этих целях персонал должен быть обеспечен на местах работы самоспасателями и средствами первичного пожаротушения (НПБ 169–2001 «Самоспасатели изолирующие для защиты органов дыхания и зрения людей при эвакуации из помещений во время пожара») и быть обучен пользованию противопожарными системами и средствами. Целесообразно проводить учебные тренировки по эвакуации и спасению посетителей при пожарах не реже двух раз в год (в летний и зимний период), привлекая к ним подразделения пожарных и спасателей местного гарнизона.

4. Стремиться к снижению пожарной нагрузки в арендованных помещениях. В этих целях руководителям ТРЦ вменить в обязанность проведение независимого пожарного аудита, по выводам которого обязывать арендаторов проводить мероприятия по снижению пожарного риска.

5. Для существующих ТРЦ с размещенными на верхних этажах аттракционами и кинозалами предусмотреть оборудование средствами эвакуации в виде надувных трапов с верхних этажей, оборудование портативных лебедочных средств снаружи и площадки для посадки вертолета на крыше ТРЦ. Отдельно предусмотреть оборудование для эвакуации лиц с ограниченными возможностями.

### **Заключение**

На основе анализа статистических данных о пожарах в ТРЦ определены основные причины возникновения пожаров в них, и вскрыты проблемы по обеспечению пожарной безопасности населения в построенных высотных зданиях ТРЦ. Предложены меры по совершенствованию обеспечения пожарной безопасности посетителей таких объектов, что позволит сократить возможности возникновения пожаров в них и повысить вероятность спасения людей в случае пожара путем совершенствованием комплекса систем обнаружения и оповещения о пожаре и автоматического пожаротушения, способов эвакуации.

### **Список источников**

1. Суханов И.В. Анализ пожаров в торгово-развлекательных центрах // Молодой ученый. 2022. № 4 (399). С. 306–309.
2. Крупные пожары в ТЦ и гипермаркетах в России // РИА Новости. URL: <https://ria.ru/20181110/1532523360.html> (дата обращения: 10.01.2023).

3. Крупнейшие пожары с человеческими жертвами в досуговых и торговых центрах // РБК. URL: <https://www.rbc.ru/photoreport/26/03/2018/5ab8d4e59a794749bf593cf6> (дата обращения: 10.01.2023).
4. Плотников А.С., Седов Д.В. Анализ последствий пожаров на объектах с массовым пребыванием людей и мер, направленных на их смягчение // XXI век. Техносферная безопасность. 2020. № 5 (1). С. 71–83.
5. Задунова А.А. Проблемы обеспечения безопасности людей при пожарах в ночных клубах // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. Т. 1. С. 216–218. EDN POQYTL.
6. Фирсова Т.Ф., Залалтдинов Р.Р. Способы обеспечения пожарной безопасности развлекательных зон в закрытых помещениях // Аллея науки. 2019. № 9 (36). С. 287–294.
7. Статистические данные о пожарах. URL: <http://vniipo.ru/institut/informatsionnye-sistemy-reestry-bazy-i-banki-danny/federalnyy-bank-dannykh-pozhary/> (дата обращения: 10.01.2023).
8. Bastings D. Fire Safety in Atrium Buildings. Building Research Association of New Zealand (Judgeford). BRANZ Study Report, 1988. 40 p.
9. Домаков В.В., Матвеев А.В., Матвеев В.В. Правовые предпосылки национальной трагедии в торгово-развлекательном центре «Зимняя вишня», г. Кемерово // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2018. № 1 (21). С. 48–63. EDN XQZMUP.
10. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering / Morgan J. Hurley [et al.]. New York: Springer-Verlag, 2016. 3493 p.
11. Hasofer A.M., Beck V.R., Bennetts D. Risk analysis in building fire safety engineering. Routledge, 2006. 189 p.
12. Парникова Е. Наночастицы углерода. В Петербурге создали бетон с суперспособностями // Еженедельник «Аргументы и факты». 2021. Вып. 45.
13. Система пожарного мониторинга для объектов с массовым пребыванием людей. URL: <https://www.secuteck.ru/blog/sistema-pozharnogo-monitoringa-dlya-obektov-s-massovym-prebuvaniem-lyudej> (дата обращения: 10.01.2023).
14. Костерин И.В. Оценка вероятности эвакуации людей при пожарах из зданий с многосветными пространствами: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2012. 24 с.
15. 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.
16. 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.

## References

1. Suhanov I.V. Analiz pozharov v trgovno-razvlekatel'nyh centrakh // Molodoj uchenyj. 2022. № 4 (399). S. 306–309.
2. Krupnye pozhary v TC i gipermarketah v Rossii // RIA Novosti. URL: <https://ria.ru/20181110/1532523360.html> (data obrashcheniya: 10.01.2023).
3. Krupnejshie pozhary s chelovecheskimi zhertvami v dosugovyh i trgovykh centrakh // RBC. URL: <https://www.rbc.ru/photoreport/26/03/2018/5ab8d4e59a794749bf593cf6> (data obrashcheniya: 10.01.2023).
4. Plotnikov A.S., Sedov D.V. Analiz posledstvij pozharov na ob"ektah s massovym prebuvaniem lyudej i mer, napravlenykh na ih smyagchenie // XXI vek. Tekhnosfernaya bezopasnost'. 2020. № 5 (1). S. 71–83.
5. Zadurova A.A. Problemy obespecheniya bezopasnosti lyudej pri pozharah v nochnykh klubah // Problemy obespecheniya bezopasnosti pri likvidacii posledstvij chrezvychajnykh situacij. 2018. T. 1. S. 216–218. EDN POQYTL.
6. Firsova T.F., Zalaltdinov R.R. Sposoby obespecheniya pozharnoj bezopasnosti razvlekatel'nyh zon v zakrytyh pomeshcheniyah // Alleya nauki. 2019. № 9 (36). S. 287–294.

7. Statisticheskie dannye o pozharah. URL: <http://vniipo.ru/institut/informatsionnye-sistemy-reestry-bazy-i-banki-danny/federalnyy-bank-dannykh-pozhary/> (data obrashcheniya: 10.01.2023).
8. Bastings D. Fire Safety in Atrium Buildings. Building Research Association of New Zealand (Judgeford). BRANZ Study Report, 1988. 40 p.
9. Domakov V.V., Matveev A.V., Matveev V.V. Pravovye predposylki nacional'noj tragedii v torгово-razvlekatel'nom centre «Zimnyaya vishnya», g. Kemerovo // Nacional'naya bezopasnost' i strategicheskoe planirovanie. 2018. № 1 (21). S. 48–63. EDN XQZMUP.
10. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering / Morgan J. Hurley [et al.]. New York: Springer-Verlag, 2016. 3493 p.
11. Hasofer A.M., Beck V.R., Bennetts D. Risk analysis in building fire safety engineering. Routledge, 2006. 189 p.
12. Parnikova E. Nanochasticy ugleroda. V Peterburge sozdali beton s supersposobnostyami // Ezhenedel'nik «Argumenty i fakty». 2021. Vyp. 45.
13. Sistema pozharnogo monitoringa dlya ob"ektov s massovym prebyvaniem lyudej. URL: <https://www.secuteck.ru/blog/sistema-pozharnogo-monitoringa-dlya-obektov-s-massovym-prebyvaniem-lyudej> (data obrashcheniya: 10.01.2023).
14. Kosterin I.V. Ocenka veroyatnosti evakuacii lyudej pri pozharah iz zdaniy s mnogosvetnymi prostranstvami: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. M., 2012. 24 s.
15. 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.
16. 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.

**Информация о статье:**

Поступила в редакцию: 10.01.2023

Принята к публикации: 31.01.2023

**The information about article:**

Article was received by the editorial office: 10.01.2023

Accepted for publication: 31.01.2023

*Информация об авторах:*

**Савчук Олег Николаевич**, профессор кафедры сервис безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, профессор, e-mail: [savchuk.o@igps.ru](mailto:savchuk.o@igps.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8817-925X>

**Степанов Роман Александрович**, заместитель начальника кафедры сервис безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат педагогических наук, e-mail: [stepanov.r.a@igps.ru](mailto:stepanov.r.a@igps.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8604-110X>

*Information about the authors:*

**Savchuk Oleg N.**, professor of the department of security service of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of technical sciences, professor, e-mail: [savchuk.o@igps.ru](mailto:savchuk.o@igps.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8817-925X>

**Stepanov Roman A.**, deputy head of the department of security service of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of pedagogical sciences, e-mail: [stepanov.r.a@igps.ru](mailto:stepanov.r.a@igps.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8604-110X>