

УДК 614.84.31

КОНДИЦИОНЕРЫ: ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ, ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ РИСКИ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Фирсов Александр Георгиевич, Загуменнова Марина Викторовна, Чечетина Татьяна Алексеевна
Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной
обороны МЧС России, г. Балашиха, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлены ключевые выводы исследования пожарной опасности кондиционеров. Рассмотрен генезис систем кондиционирования воздуха и принципиальные схемы их устройства. Сделан обзор существующих классификаций кондиционеров по группам, видам конструктивных особенностей, а также способам их размещения и установки. Определена пожарная опасность исследуемых устройств и основные причины их возгорания. Проанализированы статистические данные по пожарам, вызванным кондиционерами, и их последствиям за 2019–2023 гг. Обозначены основные требования пожарной безопасности, установленные законодательством, к климатическим устройствам. Выявлены группы объектов и места наиболее частого возникновения пожаров от возгорания кондиционеров. Проведена оценка потенциальных рисков охраняемым законом ценностям. Авторами предложены дальнейшие пути обеспечения пожарной безопасности систем кондиционирования воздуха в зданиях на основе искусственного интеллекта и интеграции с системами пожарной защиты. Полученные результаты можно использовать для минимизации потенциальных рисков травмирования и гибели людей, а также причинения материального ущерба и в целом повышения пожарной безопасности рассматриваемых устройств.

Ключевые слова: кондиционер, пожарная опасность, фреон, обстановка с пожарами, гибель и травмирование людей, прямой материальный ущерб, потенциальный риск, объект пожара, причина пожара, место возникновения пожара, система пожарной защиты

Для цитирования: Фирсов А. Г., Загуменнова М. В., Чечетина Т. А. Кондиционеры: пожарная опасность, потенциальные риски последствий пожаров и перспективы в обеспечении пожарной безопасности // Техносферная безопасность. 2025. № 1 (46). С. 108–126.

AIR CONDITIONERS: FIRE DANGER, POTENTIAL RISKS OF FIRE CONSEQUENCES AND PROSPECTS IN ENSURING FIRE SAFETY

Aleksandr G. Firsov, Marina V. Zagumennova, Tatyana A. Chechetina
All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia, Balashikha, Russian Federation

Abstract. The article presents the key conclusions of the study of fire hazard of air conditioners. The genesis of air-conditioning systems and principle schemes of their device are considered.

There is a review of existing classifications of air conditioners by groups, types of design features, as well as methods of their placement and installation. The fire danger of the investigated devices and the main reasons of their ignition are determined. Statistical data on fires caused by air conditioners and their consequences for 2019-2023 have been analyzed. The main fire safety requirements, established by legislation, for climatic devices are outlined. The groups of objects and places of the most frequent occurrence of fires caused by air conditioners are identified. Potential risks to legally protected values are assessed. The authors propose further ways to ensure fire safety of air conditioning systems in buildings on the basis of artificial intelligence and integration with fire protection systems. The obtained results can be used to minimise potential risks of injury and death of people, as well as causing material damage and, in general, to improve fire safety of the devices under consideration.

Keywords: air conditioning, fire danger, freon, fire situation, death and injury to people, direct material damage, potential risk, fire object, cause of fire, location of fire, fire protection system

For Citation: Firsov A. G., Zagumennova M. V., Chechetina T. A. Air conditioners: fire danger, potential risks of fire consequences and prospects in ensuring fire safety // Technospheric safety. 2025. № 1 (46). pp. 108–126.

Введение

На протяжении многих столетий своего существования человечество активно боролось с различными вызовами природы и стремилось создать оптимальные биоклиматические условия жизни и деятельности. Еще в Древнем Египте и Персии для охлаждения жилищ использовали смоченные в воде циновки и плотные ткани. В некоторых станах Ближнего Востока использовали специальную башню бадгир (ловец ветра) с системой параллельных и перпендикулярных стенок, обеспечивающих охлаждение и постоянную циркуляцию воздуха в помещении. В Древнем Риме для этих же целей применялась специальная система акведуков, вода из которых проходила через специальные трубопроводы в стене и охлаждала внутренние помещения.

Опубликованная М. В. Ломоносовым в 1763 г. работа «О вольном движении воздуха в рудниках примеченном» положила

начало научному развитию нового направления — кондиционирование воздуха в помещениях [1]. Другим теоретиком-исследователем был Ж. Шабаннес, который в 1815 г., опираясь на результаты исследований своего предшественника, изобрел метод кондиционирования зданий. Именно тогда впервые было использовано словосочетание condition (условие) и air (воздух). Однако техническое воплощение предложенной идеи осуществилось значительно позже.

Аппарат, способный производить лед и охлаждать воду (прототип холодильника), был запатентован О. Эвансом в 1805 г. и Д. Перкинсом в 1835 г. Дальнейшие шаги к созданию кондиционера были осуществлены медиком Д. Горри. Для снижения температуры воздуха в больничной палате он подвешивал к потолку емкость со льдом, что снижало температуру воздуха в помещении, размножение болезнетворных микробов и повышало шансы больных на выздоровление. В 1851 г. Д. Горри сконструировал

и запатентовал технический агрегат, состоящий из компрессора, сжимающего воздух, и охлаждающего змеевика. Разработанная им схема охлаждения используется и по сей день во всех современных кондиционерах и холодильниках [2].

Окончательно это техническое решение было воплощено в жизнь только в 1902 г. американским инженером Уиллисом, сконструировавшим машину, способную осуществлять кондиционирование воздуха (снижать температуру и поддерживать определенную влажность воздуха) в типографии, где он работал. Однако изобретение получило свое дальнейшее развитие как бизнес-проект лишь через несколько десятков лет. Только в 1929 г. фирмой General Electric был выпущен первый серийный бытовой комнатный кондиционер. В его конструкции использовался взрывоопасный и вредный для человека газ аммиак (было зарегистрировано несколько пожаров со смертельными последствиями), который в 1931 г. был заменен на фреон. В 1958 г. японская компания Daikin создала устройство, позволяющее не только охлаждать воздух, но и подавать внутрь помещения тепло, а в 1961 г. японская компания Toshiba разработала кондиционер, разделенный на два блока, что позволяло устанавливать его уже вне оконного проема и значительно снизить шум от компрессора, вынесенного на улицу [3, 4].

В 1975 г. в Советском Союзе, в Баку, был налажен выпуск первых отечественных бытовых оконных кондиционеров марок БК 1500, БК 2000 и БК 2500. В качестве прототипа использовался кондиционер фирмы Hitachi. Советские устройства стоили дорого (более 350 руб.), были шумными и всегда в дефиците, однако являлись надежными

и в основном поставлялись за рубеж: в Кубу, Австралию и другие страны [1].

Сегодня нельзя представить себе существование людей без кондиционеров, особенно в странах с жарким климатом. Современные исследования, проведенные международным сообществом ученых, в целом показали, что оптимальными климатическими условиями для человека являются следующие параметры.

- Температура в помещении в летний период года — 18–22 °С, в зимний период — 20–22 °С.
- Относительная влажность воздуха — 40–54 %.
- Скорость движения потоков воздушных масс — не более 0,2 м/с.
- Предельно допустимая кратность количества пыли и вредных веществ в воздухе — до 0,8.
- Уровень шумовых воздействий на человека — не более 68 дБ [5].

Современные устройства, осуществляющие кондиционирование воздуха, используются в промышленном и сельскохозяйственном производствах, в местах массового пребывания людей (торговые залы, кинотеатры, музеи, вокзалы, аэропорты и т. д.), жилых и административных помещениях, транспортных средствах и даже в космических аппаратах и эффективно справляются с поставленной задачей. С технической точки зрения существуют две принципиальных схемы устройства работы кондиционера компрессорного и испарительного типов (рис. 1).

Материалы и методы

Современные кондиционеры являются технически сложными устройствами и, в за-

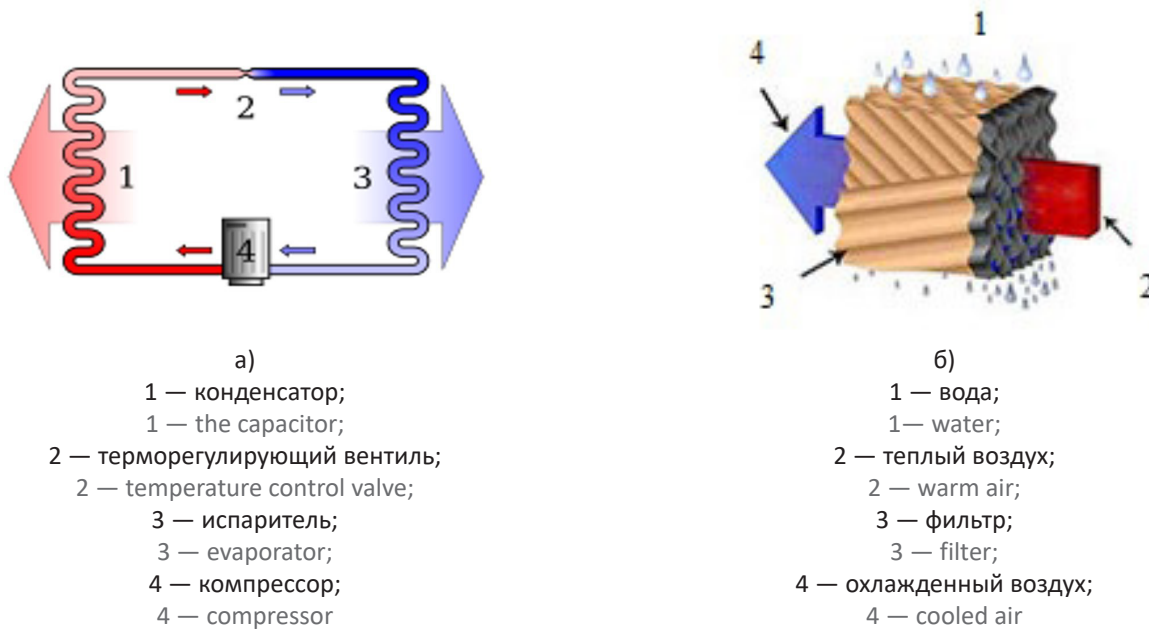


Рис. 1. Принципиальная схема устройства кондиционера компрессорного (а) и испарительного типов (б)
 Fig. 1. Schematic diagrams of compressor-type air conditioner (a) and evaporator-type air conditioner (b)

висимости от области применения, делятся на:

- бытовые;
- полупромышленные;
- промышленные.

Мощность бытовых кондиционеров составляет от 1 до 8 кВт (для сравнения мощность бытового электрического утюга или чайника составляет 1,5–2 кВт), а обслуживаемая ими площадь — до 100 м². Бытовые климатические устройства, обеспечивающие комфортные условия для жизни и деятельности людей, как правило, устанавливаются в жилых, административных и общественных помещениях. Полупромышленные кондиционеры характеризуются большей мощностью — до 30 кВт — и предназначены для жилых, торговых, бытовых, общественных и производственных помещений площадью от 100 м² до 300 м² [6]. Самые мощные — это промышленные кондиционеры, которые по своей сути являются сложными комплексами, обеспечивающими одновре-

менно множество климатических параметров. Их мощность может достигать 5 000 кВт, а зона обслуживания — более 300 м². Устройства этого типа устанавливаются в крупных жилых, промышленных, торговых и спортивных комплексах.

По своим конструктивным особенностям кондиционеры делятся на следующие виды:

- моноблочный кондиционер;
- сплит-система;
- мультисплит-система.

Кондиционеры в зависимости от способа их размещения и функциональных возможностей делятся на:

- настенные,
- кассетные,
- канальные,
- напольно-потолочные,
- колонные,
- мобильные,
- оконные,
- мультizonальные (VRV и VRF системы) [6, 7].

Каждый из перечисленных кондиционеров имеет свои технические характеристики, соответствующие стоящим перед ним задачам. Наиболее популярными и массовыми являются инверторные сплит-системы кондиционирования воздуха.

Несмотря на то, что сегодня кондиционер является технически совершенным и относительно безопасным в эксплуатации устройством, у него нередко случаются поломки, в т. ч. приводящие к пожарам. Основная причина пожаров от кондиционеров — это нарушение требований пожарной безопасности и последующей эксплуатации, изложенных в нормативных документах [8]. В основном эти нарушения связаны с электротехнической частью прибора:

- несоответствие сечения провода потребляемой мощности;
- оголенные провода;
- подключение к электросети без соответствующего заземления и устройств защиты от короткого замыкания;
- перегрузка электрической сети;
- старая электрическая проводка с низкими параметрами сопротивления изоляции;
- подключение электрических проводов с использованием скрутки и т. д.

Согласно статистике, по обозначенным выше причинам случается до 91 % возгораний. На эту категорию пожаров от кондиционеров приходится 100 % погибших и 82 % травмированных, а материальный ущерб составляет более 98 %. На транспортных средствах из-за нарушения монтажа и последующей эксплуатации указанных устройств происходит порядка 1,9 % пожаров. Количество травмированных в этом случае составляет 9,1 %, а ущерб от пожара — 0,5 %. Также возгорания конди-

ционеров иногда обусловлены недостатками самой конструкции изделия и используемой в них элементной базы. Подобные происшествия составляют около 1,3 % и характеризуются количеством травмированных — 1,3 %, долей материального ущерба — 1,3 %. Еще одна возможная причина возгорания — нарушение процесса охлаждения компрессора внутри устройства, из-за чего ежегодно регистрируется до 0,3 % пожаров от кондиционеров.

Один из вопросов пожарной опасности кондиционеров связан с использованием в качестве хладагента различных марок фреона, часть которых содержит в себе не только вредные, но и горючие газы. Например, в состав фреона R-290 входит пропан, а в R-717 — аммиак и т. д. До сих пор в быту используются устаревшие модели кондиционеров с опасными для человека фреонами. В современных моделях уже используются более экологические и пожаробезопасные, универсальные с точки зрения их применения и более эффективные марки фреонов [9]. Однако следует отметить, что некоторые вещества, используемые в нынешних устройствах, относятся к слабогорючим, например фреон R-32.

В теории возгорание фреонов, содержащих горючие газы, возможно при следующих условиях: создание взрывоопасной концентрации газов (горючая смесь находится в концентрационных пределах) и наличие источника зажигания. Однако в бытовых кондиционерах содержится небольшой объем фреона, что не позволяет образовавшейся концентрации газовой смеси подняться даже до значений нижнего порога концентрационного предела воспламенения. Так, помещение, площадь которого равна 20 м², за короткий промежуток

времени необходимо наполнить объемом фреона, содержащимся в 14 сплит-системах, чтобы в нем произошло образование опасной концентрации R32 [10]. К тому же минимальная энергия, необходимая для зажигания большинства марок фреона, составляет около 15 МДж, а температура самовоспламенения — 648 °С. Следовательно, вероятность возникновения возгорания от бытового кондиционера из-за находящегося в нем фреона практически равна нулю. Однако если говорить о промышленных и полупромышленных кондиционерах, то наличие в них большого объема хладагента может существенно повысить риск как возникновения пожара, так и его дальнейшего развития.

Сегодня на территории РФ регистрируется порядка 138 пожаров в год от различных типов кондиционеров. В указанных происшествиях погибает около 3 чел. и получают

травмы 4 чел., а материальный ущерб в среднем составляет 16,5 млн руб. Динамика пожаров, возникших от возгорания кондиционеров, и их последствий за период с 2019 по 2023 гг. приведена на рис. 2–4.

Количество пожаров от кондиционеров характеризуется тенденцией роста числовых значений. В абсолютных значениях количество пожаров увеличилось со 117 до 134 ед. (рис. 2) с величиной прироста более 14 %. Такая же тенденция наблюдается и в отношении материальных последствий пожаров. Значения прямого материального ущерба выросли с 4,3 млн руб. в 2019 г. до 35,2 млн руб. в 2023 г. (рис. 4). Относительный прирост за рассматриваемый временной период составил более 718 %. Динамика количества погибших и травмированных при пожарах людей характеризуется тенденцией снижения, о чем говорят соответствующие линии тренда на графике (рис. 3).

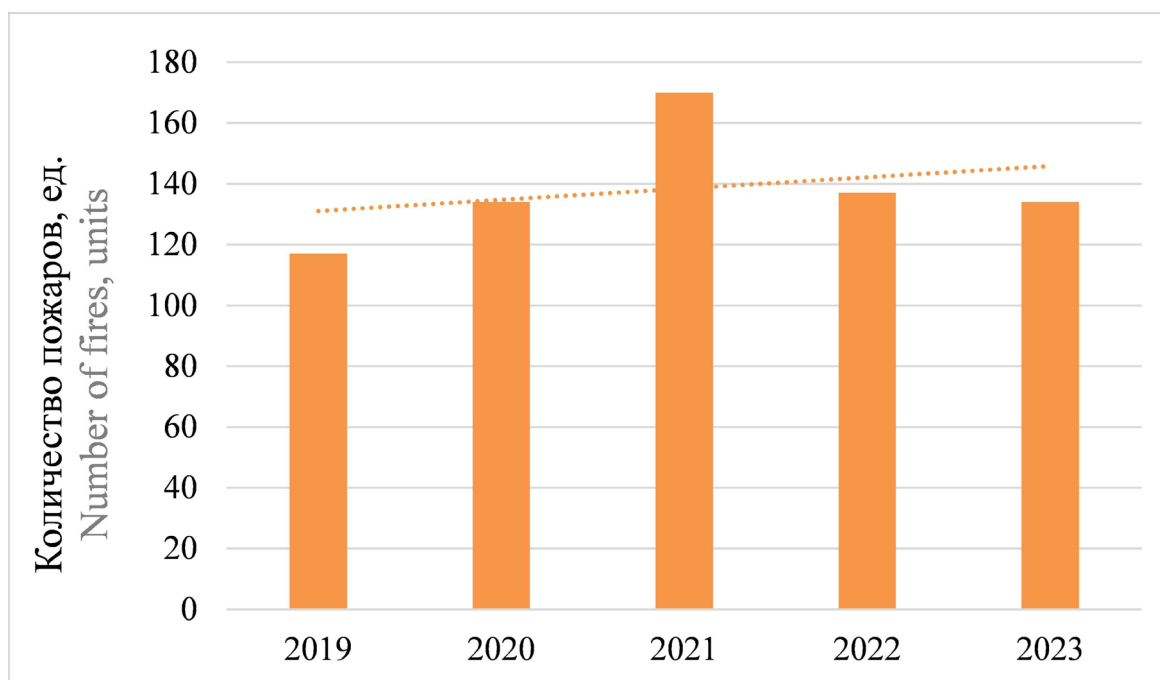


Рис. 2. Динамика распределения количества пожаров, возникших от возгорания кондиционеров, на территории РФ за 2019–2023 гг.

Fig. 2. Dynamics of the distribution of the number of fires caused by air conditioners on the territory of the Russian Federation for 2019–2023

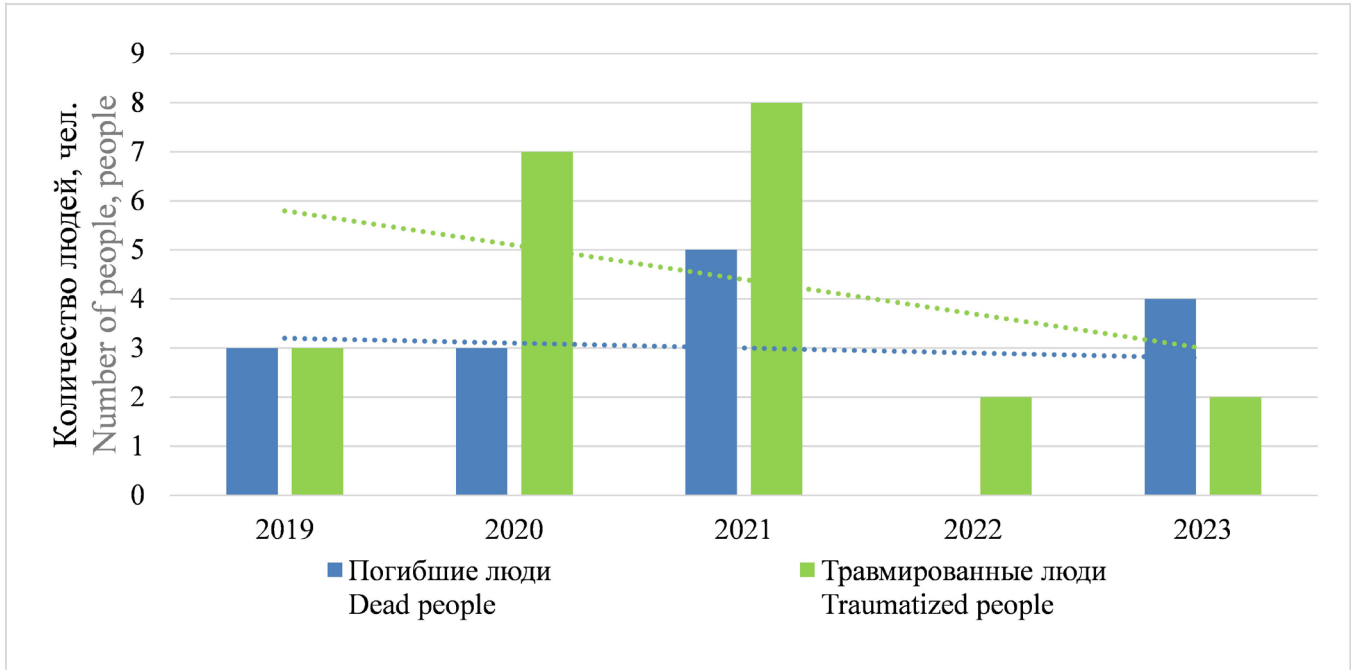


Рис. 3. Динамика распределения количества погибших и травмированных людей при пожарах, возникших от возгорания кондиционеров, на территории РФ за 2019–2023 гг.

Fig. 3. Dynamics of the distribution of the number of perished and injuries in fires caused by air conditioners on the territory of the Russian Federation for 2019–2023

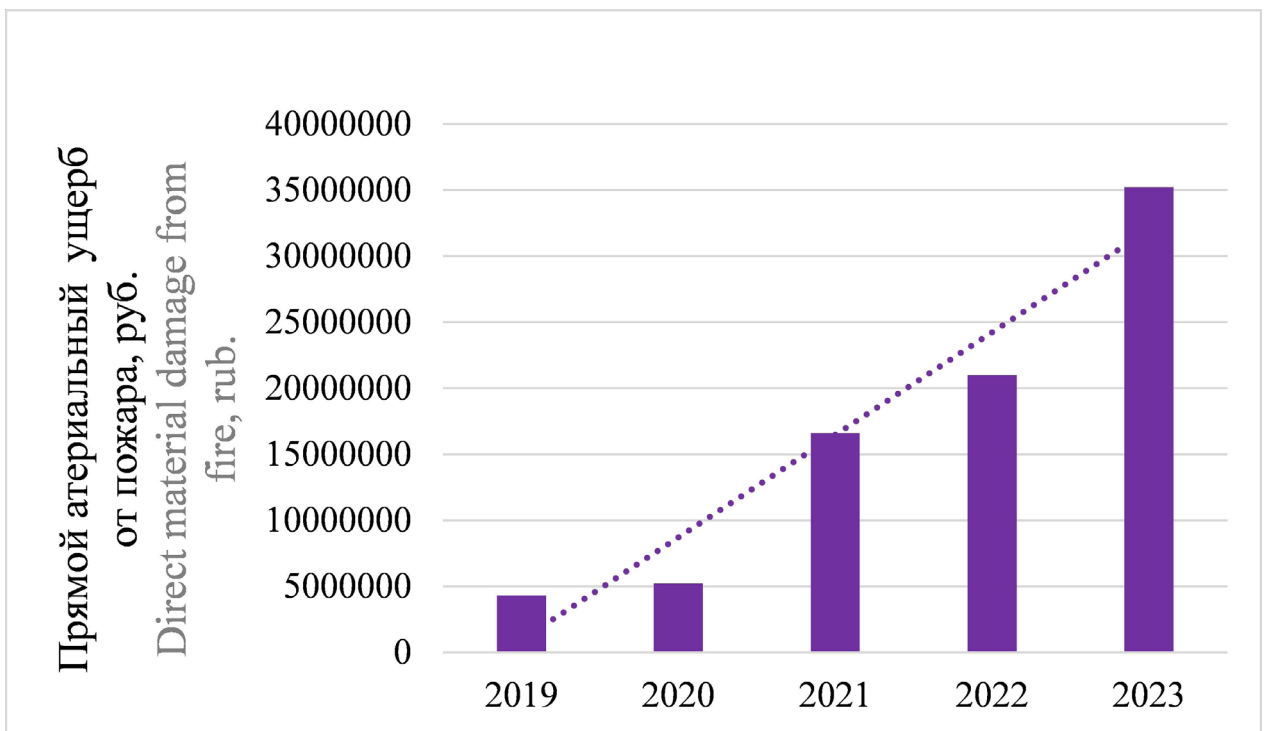


Рис. 4. Динамика распределения материального ущерба от пожаров, возникших при возгорании кондиционеров, на территории РФ за 2019–2023 гг.

Fig. 4. Dynamics of the distribution of material damage from fires caused by the ignition of air conditioners on the territory of the Russian Federation in 2019–2023

Долевое распределение суммарного количества пожаров из-за кондиционеров за 2019–2023 гг. по объектам их возникновения приведено в табл. 1. В общей сложности около 50 % всех возгораний, связанных с рассматриваемыми устройствами, приходится на объекты жилого сектора: на многоквартирные жилые дома — порядка 30,8 % пожаров, на многоквартирные жилые дома — 14,5 %, а на здания жилого назначения и надворные постройки — 4,6 %.

Если говорить о последствиях пожаров, то их наибольшие значения также регистрируются на объектах жилого сектора. Суммарное количество погибших людей составляет более 93 %, травмированных — почти 82 %, а прямой материальный ущерб — более 20 %. Такое распределение количества пожаров вполне ожидаемо, т. к. именно в зданиях

и сооружениях жилого сектора сосредоточено основное количество бытовых кондиционеров. Это подтверждается официальными данными Росстата: по итогам выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств на конец 2023 г. среднее количество кондиционеров в расчете на 100 домохозяйств составило 53 ед. [11]. Следовательно, более 50 % домохозяйств РФ обеспечено кондиционерами. Причем степень оснащенности объектов жилого сектора этими устройствами, а также их мощностные характеристики в значительной мере зависят от уровня дохода населения.

Второе место по количеству пожаров занимают предприятия торговли — 22 %. Величина материального ущерба на указанных объектах самая высокая и составляет более 60 %. Что тоже вполне объяснимо и закономерно.

Таблица 1
Долевое соотношение количества пожаров из-за кондиционеров и их последствий по основным группам объектов в 2019–2023 гг.

Table 1
Ratio of the number of fires from air conditioners and their consequences by the main groups of facilities in 2019–2023

Перечень основных групп объектов пожара List of main groups fire objects	Долевое соотношение Share ratio			
	Количество пожаров, ед. Number of fires, units	Количество погибших, чел. The number of people killed, people	Количество травмирован- ных, чел. The number of injured, people	Материаль- ный ущерб, тыс. руб. Material damage, thousand rubles
Здания, помещения учебно-воспитательного назначения Buildings, premises for educational purposes	0,6	0,0	0,0	0,2
Здания, помещения здравоохранения и социального обслуживания населения Buildings, premises for health care and social services	1,0	0,0	0,0	1,3

Продолжение таблицы 1

Перечень основных групп объектов пожара List of main groups fire objects	Долевое соотношение Share ratio			
	Количество пожаров, ед. Number of fires, units	Количество погибших, чел. The number of people killed, people	Количество травмированных, чел. The number of injured, people	Материальный ущерб, тыс. руб. Material damage, thousand rubles
Здания, сооружения и помещения для культурно-досуговой деятельности населения и религиозных обрядов Buildings, structures and premises for cultural and leisure activities of the population and religious ceremonies	0,4	0,0	4,5	0,1
Здания и помещения для временного пребывания (проживания) людей Buildings and premises for temporary stay (residence) of people	1,3	0,0	0,0	0,3
Здания, сооружения и помещения предприятий торговли Buildings, constructions and premises for trade enterprises	22,0	0,0	0,0	60,7
Здания, помещения сервисного обслуживания населения Buildings, constructions and premises for servicing the population	5,1	0,0	0,0	8,5
Объекты транспортной инфраструктуры Transport infrastructure facilities	0,6	0,0	0,0	0,0
Места открытого хранения веществ, материалов, с/х угодья и прочие открытые территории Open storage of substances, materials, agricultural land and other open areas	1,2	0,0	0,0	0,0
Административные здания Administrative buildings	8,2	0,0	0,0	1,1
Здания жилого назначения и надворные постройки Residential buildings and outbuildings	4,6	6,7	0,0	1,5
Многоквартирные жилые дома Multi-family dwellings	30,8	33,3	63,6	14,6
Одноквартирные жилые дома Single-family dwellings	14,5	53,3	18,2	6,1

Окончание таблицы 1

Перечень основных групп объектов пожара List of main groups fire objects	Долевое соотношение Share ratio			
	Количество пожаров, ед. Number of fires, units	Количество погибших, чел. The number of people killed, people	Количество травмированных, чел. The number of injured, people	Материаль- ный ущерб, тыс. руб. Material damage, thousand rubles
Здания производственного назначения Industrial buildings	3,2	0,0	4,5	4,8
Складские здания, сооружения Warehouse buildings, constructions	0,9	0,0	0,0	0,2
Объекты транспортной инфраструктуры Transport infrastructure facilities	0,6	0,0	0,0	0,0
Объекты сельскохозяйственного назначения Agricultural buildings	0,1	0,0	0,0	0,0
Бесхозные, неэксплуатируемые здания и сооружения Derelict, unused buildings and constructions	0,1	0,0	0,0	0,0
Строящиеся, реконструируемые здания Buildings under construction or reconstruction	0,4	0,0	0,0	0,0
Другие объекты пожара Other fire objects	1,0	6,7	0,0	0,1

Учитывая, что кондиционеры, как правило, устанавливаются в местах наиболее частого и длительного пребывания людей, то, конечно, и наибольшее количество пожаров и их последствий должно регистрироваться именно в таких местах. Исходя из анализа имеющейся статистики, большинство из них, а именно 156 ед., за исследуемый период приходится на комнаты, жилые и спальные помещения, что составляет около 23 % от всех зарегистрированных пожаров из-за кондиционеров. Количество погибших и людей, получивших травмы, соответствен-

но составляет 12 чел. и 13 чел. В долевом соотношении это 80 % и 59 %. Прямой материальный ущерб от пожара в рассматриваемых выше помещениях составляет всего 5,2 млн руб., или 6,4 % от общей суммы зарегистрированного ущерба. Наибольшие его значения, а именно 48,8 млн руб., отмечаются в торговом зале, операционном зале почты, биржи, банка и др. В долевом отношении это более 59 %.

К сожалению, рассмотренная информация, которая аккумулируется в базе данных «Пожары» и официальных статистических

изданиях [12–16], не дает полного представления о типах, видах и марках используемых кондиционеров, от которых возник пожар. Однако учитывая, что наибольшее количество пожаров и их последствий связано с жилым сектором, можно с большой долей вероятности предположить, что это в основном бытовые сплит-системы.

Результаты и обсуждения

Оснащенность жилых и промышленных объектов системами кондиционирования воздуха с каждым годом увеличивается, что ведет к дальнейшей эскалации рисков

возникновения пожаров и, соответственно, к увеличению их потенциальных последствий. Рассматриваемые системы становятся более сложными и многозадачными, использующими современную элементную базу и новые материалы, поэтому оценка потенциальных рисков пожаров и их последствий позволит своевременно выявить проблемные точки и разработать комплекс необходимых мер по дальнейшему обеспечению пожарной опасности систем кондиционирования.

По формуле (1) был осуществлен расчет потенциального риска возможных последствий пожаров из-за кондиционеров:

$$R_{\text{пож.конд.}i} = \frac{\sum_{j=1}^T N_{\text{пож.конд.}i}^j}{\sum_{j=1}^T N_{\text{пож.конд.}j}^j}, \quad (1)$$

где $R_{\text{пож.конд.}i}$ — показатель в расчете на пожар из-за кондиционера за время T , $i = 1..4$;

$i = 1$ — количество погибших на пожаре из-за кондиционера, чел./ед. · год);

$i = 2$ — количество людей, получивших травмы на пожаре из-за кондиционера, чел./ед. · год);

$i = 3$ — совокупное количество погибших и людей, получивших травмы на пожаре из-за кондиционера, чел./ед. · год);

$i = 4$ — ущерб от пожара, возникшего из-за возгорания кондиционера, (руб./ед. · год)

$N_{\text{пож.конд.}i}^j$ — значение показателя i -го события или потенциальных последствий пожаров из-за кондиционеров за j -й год, $j = 1..T$;

$N_{\text{пож.конд.}j}^j$ — количество пожаров от кондиционеров за j -й год, $j = 1..T$ (ед. · год);

$T = 5$ лет.

Расчет потенциальных рисков последствий пожаров из-за кондиционеров осуществлялся по основным группам объектов пожара и в целом по РФ. Основные результаты приведены в табл. 2, но только по тем группам объектов, на которых были получены не нулевые значения показателей.

Выяснилось, что в целом по РФ потенциальные последствия пожаров из-за кондиционеров имеют низкие значения: гибель — 0,02 чел., травмы — 0,03 чел., (консолидированные гибель и травмирование — 0,05 чел.), ущерб — 119 тыс. руб. Однако они достаточно усредненные, не учитывающие специфику вышеописанной статистической зависимости для отдельных групп объектов.

Пожары в жилье также характеризуются низкими значениями потенциальных последствий: гибель — 0,04 чел., травмы — 0,05 чел.,

(консолидированные гибель и травмирование — 0,09 чел.), ущерб — 52,9 тыс. руб.

Анализ значений потенциальных рисков последствий пожаров для отдельных групп объектов, приведенных в табл. 2, показал следующее. Высокий риск гибели людей при пожаре (0,14 чел.) ожидается в зданиях и сооружениях, относящихся к группе «другие объекты пожара». Высокий потенциальный риск травмирования людей при пожаре (0,33 чел.) отмечается в зданиях и сооружениях культурно-досуговой деятельности населения и религиозных обрядов. Если говорить о прямом материальном ущербе от пожаров, возник-

ших из-за возгорания кондиционеров, то его высокие значения в расчете на один пожар характерны для следующих зданий, сооружений и помещений групп объектов: предприятия торговли (329 тыс. руб.), сервисного обслуживания населения (199 тыс. руб.), производственного назначения (178 тыс. руб.), здравоохранения и социального обслуживания населения (153 тыс. руб.). Таким образом, перечисленные выше объекты имеют высокий риск потенциальных последствий пожаров от кондиционеров.

По предварительным данным (по состоянию на 15.01.2025) на территории РФ в 2024 г.

Таблица 2
Потенциальный риск последствий пожаров из-за кондиционеров по основным группам объектов в 2019–2023 гг.

Table 2
Potential risk of fire consequences due to air conditioning by major facility group in 2019–2023

Перечень основных групп объектов пожара List of main groups fire objects	Потенциальный риск последствий пожара Potential risk of fire consequences		
	Количество погибших, чел. The number of people killed, people	Количество травмированных чел. The number of injured people, people	Материальный ущерб, тыс. руб. Material damage, thousand rubles
Здания, помещения учебно-воспитательного назначения Buildings, premises for educational purposes	0,00	0,00	32 694
Здания, помещения здравоохранения и социального обслуживания населения Buildings, premises for health care and social services	0,00	0,00	153 752
Здания, сооружения и помещения для культурно-досуговой деятельности населения и религиозных обрядов Buildings, structures and premises for cultural and leisure activities of the population and religious ceremonies	0,00	0,33	16 667
Здания и помещения для временного пребывания (проживания) людей Buildings and premises for temporary stay (residence) of people	0,00	0,00	24 444

Окончание таблицы 2

Перечень основных групп объектов пожара List of main groups fire objects	Потенциальный риск последствий пожара Potential risk of fire consequences		
	Количество погибших, чел. The number of people killed, people	Количество травмированных чел. The number of injured people, people	Материальный ущерб, тыс. руб. Material damage, thousand rubles
Здания, сооружения и помещения предприятий торговли Buildings, constructions and premises for trade enterprises	0,00	0,00	329 065
Здания, помещения сервисного обслуживания населения Buildings, constructions and premises for servicing the population	0,00	0,00	199 967
Места открытого хранения веществ, материалов, с/х угодья и прочие открытые территории Open storage of substances, materials, agricultural land and other open areas	0,00	0,00	1 250
Административные здания Administrative buildings	0,00	0,00	15 768
Здания жилого назначения и надворные постройки Residential buildings and outbuildings	0,03	0,00	37 363
Многоквартирные жилые дома Multi-family dwellings	0,02	0,07	56 365
Одноквартирные жилые дома Single-family dwellings	0,08	0,04	50 608
Здания производственного назначения Industrial buildings	0,00	0,05	178 362
Складские здания, сооружения Warehouse buildings, constructions	0,00	0,00	25 000
Строящиеся, реконструируемые здания Buildings under construction or reconstruction	0,00	0,00	8 333
Другие объекты пожара Other fire objects	0,14	0,00	7 571
Всего по России Total for Russia	0,02	0,03	119 014

зарегистрировано 116 пожаров из-за кондиционеров, характеризующихся следующими последствиями: количество погибших —

1 чел., количество травмированных — 3 чел., прямой материальный ущерб от пожара — 6 947 тыс. руб. В целом потенциальные

риски последствий пожаров идентичны расчетным рискам, приведенным выше: гибель — 0,01 чел., травмирование — 0,03 чел. (консолидированные гибель и травмирование — 0,034 чел.), ущерб — 60 тыс. руб.

Сегодня кондиционеры, в т. ч. и бытовые, стали неотъемлемой частью нашей жизни. Пожарная безопасность различных систем кондиционирования воздуха регулируется системой нормативных правовых документов. Они предъявляют соответствующие требования к размещению, проектированию и обслуживанию рассматриваемых устройств. В современных проектных решениях для установки внешних блоков бытовых кондиционеров в жилых домах и административных зданиях предусматривают специальные конструкции для крепления на фасадах (консоли, скрытые ниши и др.). Бытовые кондиционеры являются электроприборами, поэтому для них установлены такие же требования, как и для других устройств подобного типа. Например, новогодние елки и горючие материалы должны размещаться на расстоянии не менее 1 м от кондиционеров, запрещается закрывать вентиляционные отверстия и каналы систем кондиционирования воздуха, размещать внешние их блоки на лестничных клетках, в поэтажных коридорах, открытых переходах наружных воздушных зон незадымляемых лестничных клеток, использовать кондиционеры для удаления продуктов горения [17] и др. К климатическим устройствам предъявляются дополнительные требования по обеспечению пожарной безопасности для вентиляции, если они интегрированы в общую приточно-вытяжную систему, которую необходимо отключать при пожаре в помещении для снижения интенсивности распространения горения.

Выводы

Результаты исследования позволили сделать вывод, что риск гибели и травмирования людей при пожаре из-за кондиционера значительно выше, чем установленное нормативное значение 10^{-6} . Проектирование систем кондиционирования воздуха, вентиляции, дымоудаления представляет собой сложную и всеобъемлющую инженерную систему, которая охватывает все элементы внутри и снаружи здания, включая, помимо прочего, воздуховоды, вытяжные отверстия и трубопроводы, а также различные конструктивные элементы зданий. Для снижения пожарной опасности обозначенных систем необходим поиск новых инженерных, технологических и архитектурно-строительных решений.

В работе [18] описаны результаты научных исследований, связанные с ранним обнаружением пожара в кондиционируемых помещениях. Воздушные потоки, создаваемые воздухоохладительным устройством в помещениях, существенно влияют на концентрацию и состав дыма, что затрудняет раннее обнаружение пожара. Для распознавания признаков пожара (пламя, дым, температура) в помещениях, оборудованных кондиционерами, необходимо использовать пожарные датчики с более низким уровнем сигнала, чем у традиционных устройств. Для этой цели исследователи предлагают использовать многосенсорные пожарные извещатели, являющиеся высокоэффективными устройствами обнаружения возгораний в кондиционируемых помещениях.

В статье [19] подробно анализируются характеристики, принцип работы и процесс установки комплексной системы отопле-

ния, вентиляции, кондиционирования воздуха, дымоудаления и вытяжки. На основе метода компьютерной графики, который позволяет отображать объекты более реалистично (PBR), согласно техническим условиям проектирования, определяется форма компоновки системы и количество необходимого оборудования в каждой комнате.

В будущем системы кондиционирования вероятно будут управляться искусственным интеллектом. Их дальнейшее развитие неразрывно связано с IT-технологиями и источниками возобновляемой энергии. Уже на современном этапе экономического развития с использованием технологии VRVIII проектируются сложные, разветвленные и многозадачные автоматизированные системы кондиционирования зданий, обеспечивающие различные биоклиматические параметры в нескольких помещениях одновременно [7].

В 2017 г. был анонсирован амбициозный проект по созданию стеклянного города будущего в пустыне Саудовской Аравии. В соответствии с планом здание должно быть длиной 170 км, шириной 200 м и высотой (глубиной) 500 м и вмещать в себя около 9 млн чел. [20, 21]. По сути, это будет огромный автономный, многоуровневый город, оснащенный самыми современными технологиями, в т. ч. и системами, обеспечивающими комфортные климатические условия. Очевидно, что дальнейшее развитие градостроительства будет связано именно с таким вектором развития общества, поэтому для защиты людей потребуются кардинальное изменение всей системы обеспечения пожарной безопасности.

Сложность современных систем кондиционирования и интеграция их с системами вентиляции повышают риск пожарной опас-

ности, а также, следовательно, и возникновения и развития пожара и ожидаемых последствий от него. В связи с этим очень важно своевременно определить место возникновения пожара, отключить систему кондиционирования и вентиляции в помещении, а вместо нее включить системы противодымной вентиляции и пожаротушения (при их наличии). Это возможно осуществить за счет создания новых «умных кондиционеров» в виде мульти-сплит систем, объединенных не только с вентиляцией, но и с системой обнаружения и тушения пожаров. Такие исследования уже проводятся зарубежными компаниями Johnson Controls и Mircom [22].

Создание комбинированной системы, объединяющей в себе функции не только систем кондиционирования и вентиляции, но и оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, автоматического тушения пожаров, охраны и видеонаблюдения и управляющейся посредством искусственного интеллекта, позволит обнаружить и ликвидировать пламя еще на ранней стадии его развития, а также значительно снизить существующие риски потенциальных последствий от любых пожаров. Такая система может избирательно, в области возгорания, отключить электроснабжение, кондиционирование и вентиляцию воздуха, своевременно оповестить людей о начале эвакуации и осуществить необходимый контроль за ее ходом, после чего при отсутствии людей включить установки пожаротушения. Одновременно система на путях эвакуации может создать комфортные условия для безопасной эвакуации людей (обеспечить дымоудаление и фильтрацию воздуха, снизить температуру воздуха, включить аварийное освещение и т. д.). Рассматриваемое решение

по обеспечению пожарной безопасности относится к сложным системам управления и требует серьезной технической, правовой, логико-математической и программно-компьютерной проработки, а также проведения серии необходимых испытаний по различным сценариям развития пожара

в зданиях. Использование предложенного авторами статьи инновационного подхода позволит выйти уже на новый уровень обеспечения пожарной безопасности объектов защиты, снизить риски возгорания, угрозы жизни и здоровью людей и потенциальных последствий пожаров.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Остынь немного: история кондиционера // Дилетант : информационный интернет-портал. URL: <https://diletant.media/articles/26195546/?ysclid=m84h4ofj6h393816772> (дата обращения: 04.01.2025).
2. Кондиционер: краткая история создания // Хабр : информационный интернет-портал. URL: <https://habr.com/ru/companies/onlinepatent/articles/767800/> (дата обращения: 04.01.2025).
3. Кондиционер // Википедия Свободная энциклопедия : информационный интернет-портал. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%80> (дата обращения: 04.01.2025).
4. История Кондиционера: Эволюция, которая изменила мир // TCL : информационный интернет-портала. URL: <https://www.tcl.com/ru/ru/blog/history-of-air-conditioner/> (дата обращения: 04.01.2025).
5. Комфортные условия жизнедеятельности // Справочник : сайт. URL: https://spravochnick.ru/bezopasnost_zhiznedeyatelnosti/komfortnye_usloviya_zhiznedeyatelnosti/ (дата обращения: 04.01.2025).
6. Современные типы и виды кондиционеров // Комсомольская правда : интернет-газета. URL: <https://www.kp.ru/guide/typy-konditsionerov.html> (дата обращения: 04.01.2025)
7. Классификация кондиционеров // Ru Klimat : информационный интернет-портал. URL: <https://ru-klimat.ru/articles/klassifikatsiya-konditsionerov/?ysclid=m5iaum0h6g675946326/> (дата обращения: 04.01.2025).
8. Названы причины, по которым становится пожароопасным необходимое в жару устройство // MKRU : сайт. URL: <https://www.mk.ru/social/2024/07/11/nazvany-prichiny-pokotorym-stanovitsya-pozharoopasnym-neobkhodimoe-v-zharu-ustroystvo.html> (дата обращения: 06.01.2025).
9. Фреоны для кондиционеров — какой выбрать для максимальной эффективности и безопасности? // МосОблКлимат : сайт. URL: <https://mosoblklimat.ru/blogs/blog/freony-dlya-konditsionerov-kakoy-vybrat-dlya-maksimalnoy-effektivnosti-i-bezopasnosti?ysclid=m5idwkoz2b559580288/> (дата обращения: 04.01.2025).
10. Характеристики фреона R32. Его свойства // АлькорКлимат : сайт. URL: <https://alkorclimat.by/novosti/freon-r32.-novoje-pokolenie-kladagentov> (дата обращения: 06.01.2025).

11. Российский статистический ежегодник. 2024 // Росстат : сайт. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> (дата обращения: 07.01.2025).
12. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году : информационно-аналитический сборник / В. С. Гончаренко [и др.]. Балашиха : ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с. EDN B5ONFO.
13. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году : информационно-аналитический сборник / В. С. Гончаренко [и др.]. Балашиха : ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с. EDN IKFNVG.
14. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статистика пожаров и их последствий : статистический сборник / В. С. Гончаренко [и др.]. Балашиха : ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с. EDN LVXFQJ.
15. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году : статистический сборник / П. В. Полехин [и др.]. Балашиха : ВНИИПО МЧС России, 2021. 111 с. EDN MMJAMI.
16. Пожары и пожарная безопасность в 2019 году : статистический сборник / под общ. ред. Д. М. Гордиенко. М. : ВНИИПО, 2020. 80 с. : ил. 30.
17. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации : постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 30.03.2023) // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565837297> (дата обращения: 06.03.2025).
18. Satoh, K. Study Of Early And Reliable Fire Detection In Air-conditioned Rooms // Fire Safety Science. 1994, № 4. pp. 173–184. DOI: <https://10.3801/IAFSS.FSS.4-173>.
19. Zhang, Jialun Design and Analysis of Smoke Control Construction Drawing for Heating, Ventilation and Air Conditioning Based on PBR Algorithm // Advances in Smart Materials and Innovative Buildings Construction Systems. 2025. pp. 403–413. DOI: https://10.1007/978-3-031-72509-8_34.
20. Как идет строительство The Line, города будущего в пустыне // Хабр : информационный интернет-портал. URL: <https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/801937/> (дата обращения: 18.01.2025).
21. Maraya Concert Hall: зеркальный куб в аравийской пустыне // livejournal : интернет-журнал. URL: <https://lakhtacenter.livejournal.com/761204.html> (дата обращения: 18.01.2025).
22. Кучеркова А. Д. Принцип работы и особенности устройств управления мульти-сплит систем с пожаровзрывозащитой // Обществознание и социальная психология. 2023. № 11–3 (54). С. 133–137. EDN MDLKQL.

REFERENCES

1. Cool down a little: the history of air conditioner // Dilettant : informational internet-portal. URL: <https://dilettant.media/articles/26195546/?ysclid=m84h4ofj6h393816772> (date of application: 04.01.2025).
2. Air conditioner: a brief history of creation // Hubr : information internet-portal. URL: <https://habr.com/ru/companies/onlinepatent/articles/767800/> (date of application: 04.01.2025).

3. Air conditioner // Wikipedia Free encyclopedia : information internet-portal. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%80> (date of application: 04.01.2025).
4. History of Air Conditioner: The Evolution that Changed the World // TCL : information internet-portal. URL: <https://www.tcl.com/ru/ru/blog/history-of-air-conditioner/> (date of application: 04.01.2025).
5. Comfortable living conditions // Directory : website. URL: https://spravochnick.ru/bezopasnost_zhiznedeyatelnosti/komfortnye_usloviya_zhiznedeyatelnosti/ (date of application: 04.01.2025).
6. Modern types and types of air conditioners // Komsomolskaya Pravda : internet-newspaper. URL: <https://www.kp.ru/guide/typy-konditsionerov.html> (date of application: 04.01.2025).
7. Classification of air conditioners // Ru Klimat : informational internet-portal. URL: <https://ru-klimat.ru/articles/klassifikatsiya-konditsionerov/?ysclid=m5iaum0h6g675946326/> (date of application: 04.01.2025).
8. The reasons why the device necessary in the heat becomes fire hazardous // MKRU : website. URL: <https://www.mk.ru/social/2024/07/11/nazvany-prichiny-po-kotorym-stanovitsya-pozharoopasnym-neobkhodimoe-v-zharu-ustroystvo.html> (date of application: 06.01.2025).
9. Freons for air conditioners — which one to choose for maximum efficiency and safety? // MosObklimat : website. URL: <https://mosobklimat.ru/blogs/blog/freony-dlya-konditsionerov-kakoy-vybrat-dlya-maksimalnoy-effektivnosti-i-bezopasnosti?ysclid=m5idwkoz2b559580288/> (date of application: 04.01.2025).
10. Characteristics of Freon R32. Its properties // AlkorKlimat : website. URL: <https://alkor-klimat.by/novosti/freon-r32.-novoe-pokolenie-kladagentov> (date of application: 06.01.2025).
11. Russian Statistical Yearbook. 2024 // Rosstat : website. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> (date of application: 07.01.2025).
12. Fires and fire safety in 2023 : information and analytical collection / V. S. Goncharenko et al. Balashikha : VNIPO MES of Russia, 2024. 110 p. EDN BSONFO.
13. Fires and fire safety in 2022 : information and analytical collection / V. S. Goncharenko et al. Balashikha : VNIPO MES of Russia, 2023. 80 p. EDN IKFNVG.
14. Fires and fire safety in 2021: statistics of fires and their consequences : statistical compendium / V. S. Goncharenko et al. Balashikha : VNIPO MES of Russia, 2022. 114 p. EDN LVXFQJ.
15. Fires and fire safety in 2020 : statistical compendium / P. V. Polekhin et al. Balashikha : VNIPO MES of Russia, 2021. 111 p. EDN MMJAMI.
16. Fires and Fire Safety in 2019 : statistical compendium / under the general editorship of D. M. Gordienko. M. : VNIPO, 2020. 80 p. : ill. 30.
17. On Approval of the Rules of Fire Prevention in the Russian Federation : Resolution of the Government of the Russian Federation from 16.09.2020 № 1479 (ed. from 30.03.2023) // Codex : electronic fund of legal and normative-technical inform. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565837297> (date of application: 06.03.2025).
18. Satoh, K. Study Of Early And Reliable Fire Detection In Air-conditioned Rooms // Fire Safety Science. 1994, № 4. pp. 173–184. DOI: <https://10.0.14.217/IAFSS.FSS.4-173>.

19. Zhang, Jialun Design and Analysis of Smoke Control Construction Drawing for Heating, Ventilation and Air Conditioning Based on PBR Algorithm.//Advances in Smart Materials and Innovative Buildings Construction Systems/2025, Book Chapter, pp. 403–413. DOI: https://10.1007/978-3-031-72509-8_34.

20. How the construction of The Line, the city of the future in the desert is going // Hubr : information internet-portal. URL: <https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/801937/> (date of application: 18.01.2025).

21. Maraya Concert Hall: a mirror cube in the Arabian desert // livejournal : internet-journal. URL: <https://lakhtacenter.livejournal.com/761204.html> (date of application: 18.01.2025).

22. Kucherkova A. D. Printsip raboty i osobennosti ustroystva upravleniya multi-split sistem s pozharovzryvozhachita [Principle of work and features of control devices of multi-split systems with fire explosion protection]. 2023. № 11–3 (54). pp. 133–137. EDN MDLKL.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Фирсов Александр Георгиевич, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник отдела пожарной статистики ВНИИПО МЧС России (143903, Российская Федерация, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12); РИНЦ ID: 462043; ORCID: 0000-0003-3272-1972; e-mail: otdel-16@vniipo.ru

Загуменнова Марина Викторовна, начальник сектора отдела пожарной статистики ВНИИПО МЧС России (143903, Российская Федерация, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12); РИНЦ ID: 749141; ORCID: 0000-0002-7867-8175; e-mail: otdel-16@vniipo.ru

Чечетина Татьяна Алексеевна, научный сотрудник отдела пожарной статистики ВНИИПО МЧС России (143903, Российская Федерация, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12); ORCID: 0000-0003-3505-9371; e-mail: otdel-16@vniipo.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexander G. Firsov, Cand. Sci. (Eng.), leading researcher of the Department of Fire Statistics of VNIIPPO EMERCOM of Russia (12 mkr. VNIIPPO, Balashikha, 143903, Russian Federation); RSCI ID: 462043; ORCID: 0000-0003-3272-1972; e-mail: otdel-16@vniipo.ru

Marina V. Zagumennova, Head of Sector of the Fire Statistics Department of VNIIPPO EMERCOM of Russia (12 mkr. VNIIPPO, Balashikha, 143903, Russian Federation); RSCI ID: 749141; ORCID: 0000-0002-7867-8175; e-mail: otdel-16@vniipo.ru

Tatyana A. Chechetina, Research fellow of Fire Statistics Department of VNIIPPO EMERCOM of Russia (12 mkr. VNIIPPO, Balashikha, 143903, Russian Federation); ORCID: 0000-0003-3505-9371; e-mail: otdel-16@vniipo.ru

Поступила в редакцию 23.01.2025
Одобрено после рецензирования 20.02.2025
Принята к публикации 14.03.2025