

Научная статья

УДК: 614.842.42

doi: 10.34987/2712-9233.2023.64.19.012

Актуальные проблемы эксплуатации технических средств системы пожарной сигнализации и системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в торгово-развлекательных центрах

Овчинников Александр Алексеевич, Юркин Глеб Юрьевич, Гапоненко Мария Викторовна

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

Автор ответственный за переписку: Овчинников Александр Алексеевич, aleks.ovchinnikov2014@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные на сегодняшний день проблемы в области пожарной безопасности торгово-развлекательных центров, возникающие при эксплуатации технических средств систем пожарной сигнализации и оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Приводятся меры, предусматривающие повышение эффективности данных систем, установленные нормативными правовыми актами и нормативными документами по пожарной безопасности, а также проведен анализ научных публикаций по данному вопросу. В качестве перспективного направления повышения эффективности и решения некоторых проблем рассмотрены возможности интеграции в системы противопожарной защиты объекта систем видеоаналитики с технологией искусственного интеллекта.

Ключевые слова: пожарная безопасность, торгово-развлекательные центры, система пожарной сигнализации, система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, системы видеоаналитики, технология искусственного интеллекта.

Для цитирования: Овчинников А.А., Юркин Г.Ю., Гапоненко М.В. Актуальные проблемы эксплуатации технических средств системы пожарной сигнализации и системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в торгово-развлекательных центрах // Актуальные проблемы безопасности в техносфере 2023. № 3 (11). С. 66-72. <https://doi.org/10.34987/2712-9233.2023.64.19.012>.

Actual problems of operation of technical means of the fire alarm system and public address and evacuation control system in shopping and entertainment centers

Aleksandr A. Ovchinnikov, Gleb Yu. Yurkin, Mariia V. Gaponenko

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

Corresponding author: Aleksandr A. Ovchinnikov, aleks.ovchinnikov2014@yandex.ru

Abstract. The article discusses actual problems in the field of fire safety of shopping and entertainment centers that arise during the operation of technical means of fire alarm system and public address and evacuation control system in case of fire. The authors provide measures to improve the efficiency of these systems, which established by regulatory legal acts and regulatory documents on fire safety, and the authors also analyzed scientific publications on this issue. The authors consider the possibilities of integrating video analytics systems with artificial intelligence technology into fire protection systems of an object as a promising direction for increasing efficiency and solving some problems.

Keywords: fire safety, shopping and entertainment centers, the fire alarm system, public address and evacuation control system, video analytics systems, artificial intelligence technology.

For citation: Ovchinnikov A.A., Yurkin G.Yu., Gaponenko M.V. Actual problems of operation of technical means of the fire alarm system and public address and evacuation control system in shopping and entertainment centers // Actual problems of safety In the technosphere 2023. No. 3 (11). P. 66-72. <https://doi.org/10.34987/2712-9233.2023.64.19.012>.

Ежегодно на территории Российской Федерации происходит значительное количество пожаров на объектах торговли, в том числе в торгово-развлекательных центрах (ТРЦ), которые представляют собой объекты с массовым пребыванием людей, как правило, включающие в себя помещения различного класса функциональной пожарной опасности – магазины, фудкорты, игровые залы, кинотеатры и пр. Только в 2022 году в России зарегистрировано 2392 пожара в зданиях организации торговли, при которых погибло 14 человек, травмировано 32 человека, а прямой материальный ущерб составил свыше 900 млн рублей [1].

Обеспечение пожарной безопасности таких объектов является особо важной задачей в виду того, как было отмечено выше, что в ТРЦ предполагается массовое нахождение людей совершенно разных с точки зрения возраста, состояния здоровья, особенностей восприятия информации и т.д., а также наличие высокой пожарной нагрузки разного характера (внутренняя отделка, разнообразные товары – продукты, одежда, обувь, строительные материалы и т.д.), сложность планировочных решений, наличие эскалаторов, лифтов и т.д.

После произошедшей трагедии 25.03.2018 г. в ТРЦ «Зимняя вишня» г. Кемерово, где в результате пожара погибло 64 человека и пострадало 140 человек, на территории России по поручению Правительства были организованы и проведены масштабные проверки в отношении объектов с массовым пребыванием людей, в результате которых было выявлено свыше 270 тыс. нарушений требований в области пожарной безопасности на 31 тыс. проверенных объектов, из которых более 11 тыс. зданий на тот момент эксплуатировались с нарушениями в работе автоматических систем пожарной сигнализации и оповещения о пожаре [2].

Будучи объектом защиты, к которому установлены требования пожарной безопасности, каждый ТРЦ должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности, которая, в соответствии со статьей 5 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [3], включает в себя систему предотвращения пожара (комплекс организационных мероприятий и технических средств, исключающих возможность возникновения пожара), систему противопожарной защиты (комплекс мероприятий и средств, направленных на защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий их воздействия), а также комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности (обучение персонала правилам пожарной безопасности, составление инструкций, отработка действий в случае возникновения пожара и эвакуации людей, и т.п.).

Наиболее важной частью системы обеспечения пожарной безопасности является система противопожарной защиты, так как даже при соблюдении всех требований, предъявляемых к системе предотвращения пожара, соблюдении собственниками, арендаторами и персоналом организационно-технических мероприятий, существует риск реализации пожара за счет так называемого человеческого фактора (неосторожное обращение с огнем, в т.ч. шалость, поджог). Общее и основное требование, которому должна отвечать система противопожарной защиты объекта, – надежность и устойчивость к воздействию опасных факторов пожара в течение необходимого для достижения целей обеспечения пожарной безопасности времени [3]. Особое значение в реализации противопожарной защиты имеют системы обнаружения пожара (установки и системы пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре.

Основные требования, предъявляемые к проектированию, монтажу и эксплуатации систем пожарной сигнализации, установлены положениями Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [3], Правилами противопожарного режима в Российской Федерации, нормативными правовыми актами МЧС России [4,5] и др.

Так, в соответствии с Техническим регламентом [2], автоматические установки пожарной сигнализации должны монтироваться в обязательном порядке на объектах, где воздействие опасных факторов пожара может привести к травматизму и (или) гибели людей – в зданиях и сооружениях. Основное требования к монтажу – в соответствии с разработанной на объект проектной документацией. В зависимости от заложенного этапе проектирования системы алгоритма должно быть обеспечено:

- автоматическое обнаружение пожара;
- подача управляющих сигналов на технические средства оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей;
- подача сигнала на остальные системы противопожарной защиты (автоматические установки пожаротушения, дымоудаления),

- автоматическое информирование дежурного персонала о возникновении неисправности линий связи между отдельными техническими средствами, входящими в состав системы.

В соответствии с положениями статьи 83 Технического регламента [3] пожарные извещатели и иные средства обнаружения пожара должны располагаться в защищаемом помещении таким образом, чтобы обеспечить своевременное обнаружение пожара в любой точке этого помещения, обеспечивать подачу светового и звукового сигналов о возникновении пожара на прибор приемно-контрольный пожарный (ППКП), устанавливаемый в помещении дежурного персонала, или на специальные выносные устройства оповещения [3].

Опираясь на рассмотренные положения, можно сформулировать, что основной задачей системы пожарной сигнализации (СПС) является обеспечение передачи сигнала о возникновении пожара на приемно-контрольный прибор или на специальные выносные устройства оповещения.

СПС, в соответствии со сводом правил [4], – это совокупность взаимодействующих технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, формирования, сбора, обработки, регистрации и выдачи в заданном виде сигналов о пожаре, режимах работы системы, другой информации и выдачи (при необходимости) инициирующих сигналов на управление техническими средствами противопожарной защиты, технологическим, электротехническим и другим оборудованием [4].

Таким образом, в состав СПС входят извещатели пожарные, соединительные линии (шлейфы), ППКП и прибор приёмно-контрольный и управления пожарный (ППКУП), источники бесперебойного электропитания, а также другие технические средства, встроенные в отдельные корпуса, к которым можно отнести изоляторы короткого замыкания, выносные устройства индикации, реле и релейные блоки, соединительные коробки и др.

В целях обеспечения безотказной работы СПС на протяжении всего ее эксплуатационного цикла, в том числе в условиях возникшего пожара, должны быть решены задачи:

- по обеспечению электрической и информационной совместимости технических средств СПС;
- по надлежащему выполнению линий связи между техническими средствами СПС, в том числе с учетом обеспечения необходимого времени для функционирования СПС в условиях пожара;
- по управлению техническими средствами СПС посредством приборов управления;
- по обеспечению бесперебойного электропитания технических средств СПС в период выполнения ими своих функций;
- по обеспечению устойчивости технических средств к электромагнитным помехам;
- по обеспечению электробезопасности технических средств при эксплуатации.

В зависимости от типа применяемых технических средств в СПС обнаружение пожара может происходить по одному или совокупности признаков, таких как образование дыма, повышение температуры, повышение концентрации угарного газа, возникновение открытого пламени, на обнаружение которых и настроены детекторы в соответствующих пожарных извещателях.

Детекторы, встроенные в пожарные извещатели, реагируют на неэлектрическую величину – опасный фактор пожара, и направляют на ППКП сигналы, которые после обработки прибором преобразуются в электрические, и отображаются на индикаторной панели ППКП.

На сегодняшний день применяется множество моделей и модификаций СПС, которые различны по способам передачи и информационному наполнению передаваемого сигнала, техническим характеристикам и алгоритмах обработки информации, поступающей от пожарных извещателей.

Несмотря на разнообразие технических средств СПС, базовым критерием оценки ее эффективности выступает надежность, которая заключается в достоверном обнаружении пожара и исключения случаев ложных срабатываний.

Ложные срабатывания пожарных извещателей, как одна из ключевых проблем эксплуатации СПС, в том числе на объектах с массовым пребыванием людей, рассматривается в работах отечественных ученых А.Н. Членова, Т.А. Буцынской, В.В. Кутузова, К.С. Талировского, Д.П. Кеда и др.

Так, установлено, что в настоящее время на практике прибегают к следующим мерам по предотвращению и снижению количества ложных срабатываний СПС:

- дублирование сигналов извещателя;
- размещение извещателя в защищаемом помещении от воздействия помех;
- внедрение аналоговых способов распознавания пожара;
- применение адаптивных алгоритмов работы пожарного извещателя;
- перезапрос сигнала о пожаре путем кратковременного отключения и повторного включения извещателя и др.

Ученые А.Н. Членов и Т.А. Буцынская проводят исследования по эффективности применения систем видеонаблюдения в интеграции с системами противопожарной защиты. Р.Т. Матиевым и С.Б. Албаковым описана концептуальная модель

управления пожарными рисками посредством внедрения искусственного интеллекта в адресно-аналоговую СПС. Многие авторы публикуют труды с исследованиями причин ложных срабатываний пожарных извещателей.

Таким образом, на основе анализа научных публикаций можно сделать вывод, что ведутся поиски все новых эффективных решений по повышению эффективности СПС. Кроме того, отмечается положительная тенденция по решению данной проблемы на законодательном уровне.

С вступлением в 2021 году в силу новых нормативных правовых актов и нормативных документов [4-6] в области обеспечения пожарной безопасности законодательно закрепились необходимость в контрольных и корректирующих мероприятиях по ложным срабатываниям систем и установок автоматической противопожарной защиты.

Свод правил [4] определяет «ложное срабатывание (о пожаре)» как извещение о пожаре, сформированное при отсутствии опасных факторов пожара. Также свод правил [4] устанавливает, что СПС должна проектироваться с целью выполнения основных задач по своевременному и достоверному обнаружению пожара, сбору, обработке и представлении информации дежурному персоналу, взаимодействию с другими (при их наличии) системами противопожарной защиты (формирование необходимых инициирующих сигналов управления) и инженерными системами объекта. Своевременность обнаружения должна обеспечиваться выбором типа и класса пожарного извещателя, а также его размещением в соответствии с требованиями [4], а достоверность обнаружения – выбором типов пожарных извещателей и алгоритма принятия решения о пожаре, а также защитой от ложных срабатываний.

Наиболее распространенными причинами ложных срабатываний пожарных извещателей являются их некорректная работа, наличие в защищаемой зоне схожих факторов с опасными факторами пожара (пыль, пар), некачественное и несвоевременное техническое обслуживание пожарных извещателей, ошибки применяемых технических решений при выборе пожарных извещателей и их низкая защищенность по электромагнитной совместимости. Также в качестве возможной причины ложного срабатывания могут выступать нарушения правил противопожарного режима.

В качестве защитных мер от ложных срабатываний свод правил [4] предлагает применять одно из перечисленных или комбинацию следующих мероприятий:

- выбор типа пожарных извещателей;
- применение пожарных извещателей, не реагирующих на факторы, схожие, но не связанные с пожаром и которые присутствуют при нормальном функционировании объекта;
- использование мультикритериальных пожарных извещателей (контролирующие два или более физических параметра окружающей среды, изменяющихся при пожаре);
- применение экранированных кабелей, кабелей типа «витая пара», оптоволоконных линий связи;
- использование алгоритмов принятия решения о пожаре В (срабатывание одного → сброс → ожидание до 60 с, если повторное срабатывание → сигнал «Пожар») или С (сигнал «Пожар» по срабатыванию двух извещателей).

Стоит отметить, что в современных реалиях три и более ложных срабатываний в течение тридцати календарных дней систем противопожарной защиты на объекте, на котором могут одновременно находиться пятьдесят и более человек (кроме жилых домов) является одним из индикаторов риска нарушения обязательных требований [5], который является основанием для проведения внепланового контрольного (надзорного) мероприятия в отношении объекта защиты органами государственного пожарного надзора. Данное положение также должно мотивировать контролируемых лиц к ответственному подходу по обслуживанию систем и установок автоматической противопожарной защиты.

Кроме того, несмотря на добровольность применения, действующий с сентября 2021 года ГОСТ Р 59638-2021 [6] также может в положительном ключе отразиться на качестве проводимых в рамках эксплуатации СПС мероприятий (техническое обслуживание, корректировка, ремонт и др.). Данный нормативный документ определяет «ложное срабатывание (о пожаре)» как извещение о пожаре при его отсутствии, вводит классификацию причин ложных срабатываний (рис. 1), а также допустимую частоту ложных срабатываний.



Рис. 1. Классификация причин ложных срабатываний (о пожаре) по ГОСТ Р 59638-2021 [5]

Вместе с тем, ГОСТ Р [6] содержит в себе пути устранения причин ложных срабатываний СПС. Так, например, в случаях ложных срабатываний по причине «хулиганство» предложено применение административных мер воздействия в отношении субъектов, проводящих хулиганские действия, нарушающих требования о запрете курения и т.д.

В случаях, когда допустимая частота ложных срабатываний превышена и не может быть снижена за счет организационных мероприятий, в местах наибольшей частотой ложных срабатываний рекомендуется рассмотреть вопрос о возможности замены пожарных извещателей на более защищенные от установленных причин ложных срабатываний (в т.ч. на извещатели другого типа и/или класса), изменения алгоритмов принятия решения о пожаре, изменения расположения пожарных извещателей. При более чем четырех ложных срабатываниях по причине неисправности одного и того же извещателя в год он должен быть заменен.

Также, положения [6] предусматривают снижение количества ложных срабатываний посредством пересмотра принятых в ходе проектирования технических решений, для чего повторно должна быть проведена процедура проектирования с учетом имеющихся данных о выявленных в ходе эксплуатации системы причин ложных срабатываний [6].

Таким образом, принятые нормативные правовые акты и нормативные документы [4-6] открывают новые реальные возможности максимального снижения ложных срабатываний СПС, но, к сожалению, в долгосрочной перспективе.

Одним из перспективных направлений совершенствования технической составляющей СПС по обнаружению пожара можно обозначить внедрение систем видеоаналитики. Современные средства обеспечивают распознавание не только лиц людей, но и их действия, а также позволяют распознавать объекты, их свойства, происходящие события. Выше мы уже отмечали, что на ресурсах научных библиотек встречаются опубликованные исследования по возможности интеграции систем видеоаналитики на основе применения искусственного интеллекта в СПС. Применяемый искусственный интеллект получает посредством детекторов данные об изменении значений опасных факторов пожара и далее, в зависимости от настройки, принимает решение о выдаче разрешения СПС вывода сигнала «Пожар», либо решение по активации функции по борьбе с негативным явлением. Кроме того, существует возможность предусмотреть передачу оповещения о пожаре (на пульт в пожарную охрану, а также на гаджеты управляющему, арендаторам и сотрудникам ТРЦ), неисправности СПС (управляющему ТРЦ, в обслуживающую организацию), а также технология искусственного интеллекта, позволяющий распознавать действия людей, может быть эффективным средством в профилактике указанных ранее причин пожара от рук человека – неосторожное обращение с огнем и поджог.

Существуют также актуальные проблемы управлением эвакуации людей из ТРЦ. СПС должна обеспечивать выдачу иницирующих сигналов управления в систему оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ), эффективность которой полностью зависит от скорости и достоверности обнаружения пожара СПС.

Под СОУЭ понимается комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенный для своевременного оповещения людей о возникновении пожара и путях эвакуации. Основной и главной задачей СОУЭ является обеспечение эвакуации людей в безопасную зону в условиях конкретного объекта за определенное время с учетом допустимого пожарного риска. СОУЭ делятся на 5 типов в зависимости от их функциональных характеристик, структуры зонирования оповещения, способа передачи сигналов, наличия связи между зонами и пожарным постом, а также возможностью организации эвакуации и управления инженерными системами здания.

Как известно, в состав СОУЭ входят оповещатели, световые табло, указатели направления движения, акустические системы связи для информирования дежурных и персонала, электроника контроля доступа для открывания дверных запоров, а также приборы управления СОУЭ. Существуют факторы, снижающие эффективность СОУЭ.

Основные требования пожарной безопасности к СОУЭ в зданиях и сооружениях установлены также положениями Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [3], Правилами противопожарного режима в Российской Федерации, нормативными правовыми актами МЧС России и др.

В Техническом регламенте [3] установлены такие требования к СОУЭ, как: соответствие информации, передаваемой СОУЭ, информации, содержащейся в планах эвакуации людей; однозначность информирования о пожаре в течение времени эвакуации, а также возможность выдачи дополнительной информации; преобладание уровня громкости сигналов звуковых и речевых оповещателями относительно общего допустимого уровня шума; обеспечение разборчивости передаваемой информации речевыми оповещателями за счет их грамотного расположения в помещениях; отличие звуковых сигналов оповещения о пожаре по тональности от звуковых сигналов другого назначения; обеспечение контрастного восприятия информации световыми оповещателями с учетом диапазона, характерного для защищаемого объекта. Важной задачей является также обеспечение стабильного функционирования СОУЭ в течение времени, необходимого для завершения эвакуации людей из здания, оборудование элементов СОУЭ источниками бесперебойного электропитания.

Зачастую, к наиболее распространенным факторам, снижающим эффективность СОУЭ в условиях ТРЦ, относится повышенный уровень шума, создаваемого за счет рекламных объявлений в больших объемах торговых залов (эхо); изобилие различных рекламных панелей, располагаемых рядом со световыми оповещателями «Выход», которые «перебивают» таковые за счет больших геометрических размеров и излучаемых световых характеристик, а также зачастую – неработоспособность самих световых оповещателей.

Для решения таких проблем и повышения эффективности СОУЭ в ТРЦ целесообразно проработать вопрос по интеграции СОУЭ с используемым в рекламных целях оборудованием, которое в случае поступления сигнала «Пожар» будет прерывать рекламу и транслировать, например, направление для эвакуации и обозначать эвакуационные выходы.

Возвращаясь к перспективам внедрения в СПС систем видеоаналитики с искусственным интеллектом, стоит отметить, что данная технология также может быть применена в целях повышения СОУЭ в рамках управления эвакуацией людей при пожаре за счет функции распознавания количества находящихся в помещениях людей, где сработали извещатели СПС, количества находящихся в здании людей, подлежащих эвакуации, общего количества людей, находящихся в здании и передачи данных дежурным операторам до момента полной невозможности считывания данных.

Таким образом, рассмотрены актуальные проблемы, возникающие при эксплуатации технических средств системы пожарной сигнализации и системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в торгово-развлекательных центрах, и обозначены возможные пути их решения. Рассмотрены перспективы интеграции систем видеоаналитики на основе технологии искусственного интеллекта с системами противопожарной защиты объектов, позволяющие не только достоверно обнаруживать пожар и управлять процессом эвакуации, но и предотвращать возникновение пожаров от рук человека.

Список источников

1. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.- аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.
2. Присадков В. И. К вопросу обеспечения пожарной безопасности торгово-развлекательных центров / В. И. Присадков, С. В. Мусликова, В. Е. Фадеев // Современные проблемы гражданской защиты. – 2020. – № 1(34). – С. 49-59. – EDN LHTQQR.
3. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (с изм. и доп.). // КонсультантПлюс: сайт. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 15.09.2023).
4. Об утверждении свода правил «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» (вместе с «СП 484.1311500.2020. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной

защиты. Нормы и правила проектирования»): приказ МЧС России от 31 июля 2020 г. N 582. // КонсультантПлюс: сайт. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_376143/(дата обращения: 16.09.2023).

5. Об утверждении перечня индикаторов риска нарушения обязательных требований при осуществлении федерального государственного пожарного надзора: приказ МЧС России от 07 июня 2021 г. № 364. // Гарант. Сайт – URL: <https://base.garant.ru/400915687/> (дата обращения: 20.09.2023).

6. ГОСТ Р 59638-2021 Системы пожарной сигнализации. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность: нац. стандарт Рос. Федерации: дата введения 2021-08-24. // справ.-правовой система «Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации»: сайт – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200180685/>(дата обращения: 22.09.2023).

Информация об авторах

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

Information about the author

G.Yu. Yurkin - Ph.D. in Physics and Mathematics, Docent

Статья поступила в редакцию 25.09.2023; одобрена после рецензирования 02.10.2023, принята к публикации 02.10.2023.
The article was submitted 25.09.2023, approved after reviewing 02.10.2023, accepted for publication 02.10.2023.