

Научная статья

УДК 614.842.47; DOI: 10.61260/1998-8990-2024-1-97-106

## ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА АВТОМАТИЧЕСКИМИ ПОЖАРНЫМИ ИЗВЕЩАТЕЛЯМИ

✉Иванов Анатолий Николаевич;

Счастливец Владимир Александрович;

Лимонов Борис Семёнович.

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

✉iv.52@mail.ru

*Аннотация.* Цель данной работы заключается в том, чтобы привлечь внимание специалистов пожарной автоматики к вопросу отсутствия на сегодняшний день методики оценки вероятности своевременного обнаружения пожара автоматическими пожарными извещателями. Вместе с тем в нормативных документах по расчету пожарных рисков на объектах защиты данный параметр фигурирует под названиями «вероятность эффективной работы» и «коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности». При этом их значения установлены фиксированными без всестороннего анализа статистических данных о работе систем пожарной сигнализации на пожарах и без учета влияния срока эксплуатации автоматических пожарных извещателей, входящих в систему, на порог их срабатывания. При таком подходе расчетные значения величин пожарного риска могут существенно отличаться от реальных. Потому вопрос корректной оценки вероятности своевременного пожара автоматическими пожарными извещателями, а следовательно, и образуемой ими системы пожарной сигнализации, является актуальным и требующим решения. В работе предлагается производить оценку вероятности своевременного обнаружения пожаров системами пожарной сигнализации на основе детального анализа статистических данных об их работе на пожарах, ежегодно публикуемых в статистических сборниках Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны МЧС России. Для возможности проведения детального анализа предлагается увеличить объем представляемых статистических данных.

*Ключевые слова:* вероятность своевременного обнаружения пожара, срок службы пожарного извещателя, расчет пожарного риска, объем статистических данных о работе систем пожарной сигнализации

**Для цитирования:** Иванов А.Н., Счастливец В.А., Лимонов Б.С. Особенности оценки вероятности обнаружения пожара автоматическими пожарными извещателями // Проблемы управления рисками в техносфере. 2024. № 1 (69). С. 97–106. DOI: 10.61260/1998-8990-2024-1-97-106.

Scientific article

## FEATURES OF ASSESSING THE PROBABILITY OF FIRE DETECTION BY AUTOMATIC FIRE DETECTORS

✉Ivanov Anatoly N.;

Schastlivtsev Vladimir A.;

Limonov Boris S.

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

✉iv.52@mail.ru

*Abstract.* The purpose of this work is to draw the attention of fire automation specialists to the issue of the lack of a methodology for assessing the probability of timely detection of a fire by automatic fire detectors. At the same time, in regulatory documents on the calculation of fire risks at protection facilities, this parameter appears under the names «probability of effective operation» and «coefficient that takes into account the compliance of the fire alarm system with the requirements of regulatory documents on fire safety». At the same time, their values are fixed without a comprehensive analysis of statistical data on the operation of fire alarm systems on fires and without taking into account the impact of the service life of automatic fire detectors included in the system on the threshold of their operation. With this approach, the calculated values of fire risk values may differ significantly from the real ones. Therefore, the issue of the correct assessment of the probability of a timely fire by automatic fire detectors, and consequently, the fire alarm system formed by them, is relevant and requires a solution. The paper proposes to assess the probability of timely detection of fires by fire alarm systems based on a detailed analysis of statistical data on their work on fires, published annually in the statistical collections of Russian scientific research institute of fire protection of EMERCOM of Russia. In order to be able to conduct a detailed analysis, it is proposed to increase the volume of statistical data provided.

*Keywords:* the probability of timely detection of fire, the service life of the fire detector, the calculation of fire risk, the volume of statistical data on the operation of fire alarm systems

**For citation:** Ivanov A.N., Schastlivtsev V.A., Limonov B.S. Features of assessing the probability of fire detection by automatic fire detectors // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere = Problems of risk management in the technosphere. 2024. № 1 (69). P. 97–106. DOI: 10.61260/1998-8990-2024-1-97-106.

### Введение

На автоматические пожарные извещатели в системе пожарной сигнализации возложена задача обнаружения информационных характеристик пожара (дым, повышение температуры, изменение газового состава среды, открытое пламя) и инициирования в связи с этим начала работы всей системы пожарной сигнализации, по сигналам которой осуществляется запуск технических систем и установок обеспечения пожарной безопасности объекта защиты (система оповещения и управления эвакуацией, система противодымной защиты, автоматические установки пожаротушения и т.д.).

В идеальном случае автоматический пожарный извещатель должен срабатывать только в том случае, когда величина контролируемой информационной характеристики пожара, воздействующей на чувствительный элемент, достигнет порога его срабатывания в случае применения пороговой сигнализации или же алгоритм ее изменения, заложенный в работу приемно-контрольного блока стационарной аппаратуры, будет соответствовать ситуации «Пожар» при использовании адресно-аналоговой системы пожарной сигнализации. В реальности же так получается не всегда, поэтому возникает задача оценки вероятности достоверного и своевременного обнаружения пожара автоматическими пожарными извещателями.

### **Актуальность вопроса оценки вероятности достоверного и своевременного обнаружения пожара**

Автоматический пожарный извещатель может среагировать на факторы, источником появления которых не является очаг горения, но которые оказывают сходное с информационными характеристиками пожара воздействие на его чувствительный элемент. Такие факторы относят к помехам, и для каждого типа пожарных извещателей их происхождение будет различным. Срабатывание пожарного извещателя на воздействие помех считается ложным. При этом цена ложного срабатывания может быть довольно высокой, так как в некоторых случаях может привести к выпуску дорогостоящего огнетушащего вещества, а также дезорганизации на неопределенное время производственного процесса в связи с экстренной эвакуацией персонала по сигналу системы оповещения и управления эвакуацией, необходимостью выделения времени, сил и средств для устранения последствий воздействия огнетушащего вещества на оборудование защищаемых помещений.

Теоретически можно рассматривать и ситуацию, когда при реальном пожаре автоматический пожарный извещатель не сработает, то есть не выполнит возложенную на него задачу обнаружения пожара. Практически же она лишена смысла, так как на каком-то этапе пожара сигнал от автоматического пожарного извещателя все равно поступит, в крайнем случае, это произойдет в результате воздействия пламени на сам пожарный извещатель. При этом, естественно, нельзя считать, что пожарный извещатель свою задачу выполнил.

Следовательно, применительно к автоматическому пожарному извещателю термин «обнаружение пожара» не является полным и не может служить характеристикой его роли в системе обеспечения пожарной безопасности объекта в случае произошедшего на нем пожара. Обнаружение пожара должно быть своевременным и достоверным.

Требование своевременности и достоверности обнаружения пожара нормативными документами предъявляется к системам пожарной сигнализации в целом, но задача их реализации ложится непосредственно на автоматические пожарные извещатели, на которых построена система пожарной сигнализации.

На это обращается внимание в работах, как отечественных специалистов в области пожарной автоматики [1, 2], так и зарубежных [3–5].

Поэтому и возникает задача корректного определения как вероятности достоверного обнаружения пожара системой пожарной сигнализации, так и вероятности его своевременного обнаружения, исходя из типов автоматических пожарных извещателей, на которых построена данная система.

### **Особенности оценки вероятности достоверного обнаружения пожара автоматическими пожарными извещателями**

Как показано в работах [1, 2], значение вероятности достоверного обнаружения пожара можно получить, анализируя статистику ложных срабатываний системы пожарной сигнализации на объекте защиты, что даст возможность определения вероятности их появления. А исходя из того, что вероятность ложного срабатывания обратно пропорциональна вероятности достоверного обнаружения пожара, рассчитывается последняя.

Для повышения достоверности обнаружения пожара необходим, прежде всего, всесторонний учет помеховой обстановки на защищаемом объекте, а исходя из этого, правильный выбор типа автоматических пожарных извещателей и алгоритма принятия решения о пожаре системой пожарной сигнализации.

При этом необходимо отметить, что данный параметр будет характеризовать работу системы пожарной сигнализации только на конкретном объекте защиты и служить для администрации или собственника объекта ориентиром в работе по повышению эффективности ее применения.

## **Особенности оценки вероятности своевременного обнаружения пожара автоматическими пожарными извещателями**

В отличие от вероятности достоверного обнаружения, вероятность своевременного обнаружения пожара как параметр используется в нормативных документах МЧС России по расчету пожарных рисков, следовательно, возникает необходимость корректного определения его среднего значения.

На сегодняшний день в Российской Федерации имеются два нормативных документа, на основании которых производится расчет пожарных рисков:

1. «Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах», утвержденная приказом МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404.

2. «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности», утвержденная приказом МЧС России от 14 ноября 2022 г. № 1140.

При этом в расчетной формуле значения пожарного риска, приводимой в первом документе, вероятность своевременного обнаружения пожара системой пожарной сигнализации учитывается параметром «вероятность эффективной работы», что в принципе и подразумевает значение вероятности своевременного обнаружения пожара, так как в противном случае об эффективной работе говорить не приходится.

Во втором документе для характеристики вероятности своевременного обнаружения при расчете пожарного риска используется понятие «коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности», но из расчетной формулы очевидно, что смысловым значением данного коэффициента является не что иное, как та же «вероятность эффективной работы».

Вместе с тем данные параметры в том и другом документе имеют фиксированные значения 0,8 или 0, исходя только из соответствия или несоответствия оборудования объекта защиты системой пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. При этом абсолютно игнорируются данные статистики по работе систем пожарной автоматики на пожарах и понятийный аппарат теории вероятностей.

Кроме того, как уже было отмечено, вероятность своевременного обнаружения пожара системой пожарной сигнализации будет определяться вероятностью своевременного обнаружения его информационных характеристик автоматическими пожарными извещателями. Поэтому нельзя не учитывать тип и срок эксплуатации автоматических пожарных извещателей, входящих в систему пожарной сигнализации, так как порог срабатывания некоторых типов автоматических пожарных извещателей в процессе эксплуатации заметно повышается, а следовательно, снижается вероятность своевременного обнаружения ими пожара и возрастает риск гибели людей [6, 7].

Игнорирование данного факта приводит к ошибке в определении времени начала эвакуации, которое закладывается в расчет пожарного риска, исходя из момента достижения контролируемой информационной характеристикой пожара порогового значения срабатывания автоматического пожарного извещателя в месте его нахождения. При этом величина порогового значения принимается равной порогу срабатывания пожарного извещателя, который он должен показать на сертификационных испытаниях, хотя в процессе эксплуатации он может оказаться гораздо выше установленного.

Поэтому фиксированное значение вероятности своевременного обнаружения пожара системой пожарной сигнализации на весь срок ее эксплуатации нельзя считать корректным, так как в данном случае не учитываются очевидные факторы, влияющие на порог срабатывания автоматических пожарных извещателей.

Возможности математического аппарата позволяют разрабатывать различные методики вычисления вероятности своевременного обнаружения пожара, основываясь только

на параметрах автоматических пожарных извещателей и пожарно-технических характеристиках объекта защиты. Вместе с тем они являются довольно громоздкими по объему и, как правило, требуют наличия экспертных оценок, как, например, методика, основанная на применении теории нечетких множеств [8].

Наиболее простым и достоверным методом оценки вероятности своевременного обнаружения пожара автоматическими пожарными извещателями является анализ статистических данных о работе систем пожарной сигнализации на пожарах с использованием аппарата математической статистики и теории вероятностей.

Возможные алгоритмы такой оценки, которая основывается на статистике пожаров, ежегодно публикуемых Всероссийским научно-исследовательским институтом противопожарной обороны МЧС России (ВНИИПО МЧС России) в специальных сборниках «Пожары и пожарная безопасность», показаны в работах [9, 10].

Необходимо определить, имеют ли публикуемые статистические данные необходимую полноту, достаточную для определения вероятности своевременного обнаружения пожара, а не просто срабатывания системы пожарной сигнализации.

Для анализа полноты данных, на основании которых можно было бы корректно определить среднюю вероятность своевременного обнаружения пожара системами пожарной сигнализации, возьмем статистику за период с 2015 по 2021 г. включительно.

Для наглядности анализа отобранные статистические данные представлены в виде табл. 1.

Таблица 1

#### Эффективность работы пожарной сигнализации при пожарах

Год	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Среднее значение
Всего	1 146	1 044	1 028	1 150	1 560	1 578	1 768	1 325
Сработала, задачу выполнила	951	882	854	983	1 329	1 369	1 511	1 126
Процент срабатывания	82,98 %	84,48 %	83,07 %	85,48 %	85,19 %	86,76 %	85,46 %	84,78 %
Сработала, задачу не выполнила	–	–	–	–	–	–	–	–
Не сработала	155	125	128	133	176	172	191	154
Процент несрабатывания	13,53 %	11,97 %	12,45 %	11,57 %	11,28 %	10,90 %	10,80 %	11,79 %
Не включена	40	37	46	34	55	37	66	45
Процент невключенных	3,49 %	3,54 %	4,47 %	2,96 %	3,53 %	2,34 %	3,73 %	3,44 %

Если не вдаваться в детали работы системы пожарной сигнализации, то картина получается вполне приличная, так как в 84,74 % случаев пожаров системы пожарной сигнализации «сработали, задачу выполнили». «Не сработали» системы пожарной сигнализации только в 11,79 % случаев пожаров, и в 3,44 % случаев пожаров системы пожарной сигнализации были отключены. На самом деле приведенные данные полную ясность дают только по последнему пункту анализа, то есть по случаям отключения систем пожарной сигнализации.

Если взять ситуацию «не сработала», то, исходя из вышеизложенного, здесь возникает только одна версия того, почему это произошло, а именно: пожар был ликвидирован до момента повреждения его опасными факторами автоматического пожарного извещателя или извещателей, которые должны были обнаружить его в данной зоне контроля пожарной сигнализации. Вывод из ситуации также однозначен: «Не произошло своевременного обнаружения пожара». А вот данные, необходимые для анализа причин, почему это произошло, в приведенной статистике полностью отсутствуют.

На взгляд авторов, необходимый минимум данных для анализа причин данной ситуации должен содержать следующую информацию:

- тип автоматического пожарного извещателя;
- соответствовал ли данный тип пожарных извещателей преобладающей информационной характеристике пожара на его начальной стадии;
- срок эксплуатации автоматического пожарного извещателя;
- производитель.

Естественно, что по единичному случаю эти данные ситуацию не прояснят, а вот в совокупности за год или несколько лет по всем случаям пожаров на территории страны они позволят получить необходимые ответы на следующие вопросы:

1. Как влияет срок эксплуатации автоматических пожарных извещателей на своевременность обнаружения ими пожара?
2. Автоматические пожарные извещатели каких типов и производителей чаще всего «не срабатывают» при пожаре?

Далее рассмотрим ситуацию, когда система пожарной сигнализации «сработала, задачу выполнила». При констатации факта срабатывания в такой редакции, естественно, предположить, что сработала система своевременно, если считается, что свою задачу она выполнила.

Причиной для сомнения в этом является анализ работы на пожарах других элементов пожарной автоматики, а именно автоматических установок и модулей пожаротушения, инициирование запуска которых может производиться по сигналам от системы пожарной сигнализации.

Статистические данные об их работе приведены в табл. 2.

Таблица 2

### Эффективность работы установок и модулей пожаротушения при пожарах

Год	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Среднее значение
Всего	104	79	69	83	94	100	152	97
Сработали, задачу выполнили, ед.	43	35	32	43	50	52	62	45
%	41,35	44,30	46,38	51,81	53,19	52,00	40,79	47,12
Сработали, задачу не выполнили, ед.	36	29	23	25	34	31	38	31
%	34,62	36,71	33,33	30,12	36,17	31,00	25,00	32,42

Год	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Среднее значение
Всего	104	79	69	83	94	100	152	97
Не сработали, ед.	17	11	7	11	6	10	12	11
%	16,35	13,92	10,14	13,25	6,38	10,00	7,89	11,14
Не включены	8	4	7	4	4	7	40	11
%	7,69	5,06	10,14	4,82	4,26	7,00	26,32	9,33

Как видно из статистических данных, примерно в 30 % случаев пожаров автоматические установки и модули пожаротушения «сработали, задачу не выполнили», то есть они были активированы, произвели подачу огнетушащего вещества, но пожар потушен не был. Если посмотреть на эту ситуацию только с технической точки зрения, то предъявлять претензии к установкам и модулям пожаротушения абсолютно некорректно, потому что задачу подачи огнетушащего вещества в зону пожара они выполнили. Следовательно, нужны дополнительные данные для анализа причин невыполнения ими тактической задачи, то есть задачи локализации или ликвидации очага горения.

Таковыми причинами могут быть следующие:

- ошибки проектирования в выборе и расчете необходимого количества огнетушащего вещества и определении алгоритма работы установок и модулей пожаротушения;
- несоответствие параметров негерметичности защищаемых помещений, учет которых необходим при применении некоторых видов огнетушащих веществ;
- завышенный выбор температуры срабатывания теплового замка в случае применения в качестве элементов запуска спринклерных оросителей;
- несвоевременное срабатывание системы пожарной сигнализации, по сигналу которой была инициирована работа автоматических установок и модулей пожаротушения.

При этом если первые три причины определяются человеческим фактором, то последняя как раз и обусловлена вероятностью своевременного обнаружения пожара. А какая часть из 30 % случаев пожаров, когда подсистема автоматического пожаротушения «сработала, задачу не выполнила», обусловлена несвоевременным срабатыванием систем пожарной сигнализации, из приводимых статистических данных установить невозможно.

Поэтому применительно к тем пунктам анализа ситуации, когда система пожарной сигнализации «не сработала», необходимо добавить еще и определение хотя бы фазы пожара, на которой поступил сигнал от автоматического пожарного извещателя из зоны контроля пожарной сигнализации, если нет возможности определить точное время начала горения. Если обнаружение пожара произошло уже в фазе бурного нарастания всех его параметров, то такое обнаружение не будет являться своевременным, поэтому нельзя в данном случае считать, что система пожарной сигнализации свою задачу выполнила. Следовательно, графа статистических данных о работе систем пожарной сигнализации на пожарах «сработала, задачу не выполнила» при детальном анализе данной работы не должна оставаться пустой.

## Заключение

1. Корректная оценка вероятности достоверного обнаружения пожара системами пожарной сигнализации позволит своевременно принимать меры по ее повышению, а следовательно, и к повышению уровня доверия к системам пожарной автоматики в целом.

2. Вероятность своевременного обнаружения пожара системами пожарной сигнализации определяется вероятностью своевременного обнаружения пожара автоматическими пожарными извещателями, входящими в систему. На сегодняшний день корректная оценка вероятности своевременного обнаружения пожара автоматическими пожарными извещателями различных типов невозможна ввиду отсутствия в требуемом объеме статистических данных о работе систем пожарной сигнализации на пожарах.

При этом развернутая статистика работы систем пожарной сигнализации на пожарах могла бы не только позволить проведение корректной оценки вероятности своевременного обнаружения пожара системами пожарной сигнализации, но и разработать методику расчета вероятности своевременного обнаружения пожара различными типами пожарных извещателей в зависимости от срока их эксплуатации, а также обеспечить более точный расчет значения пожарного риска на объектах защиты, являющегося одним из показателей обеспеченности их пожарной безопасности.

3. Наличие в статистических данных сведений о производителях автоматических пожарных извещателей позволит поднять ответственность последних за качество выпуска продукции, а собственникам или администрации объектов защиты выбирать изделия, которые лучше зарекомендовали себя на рынке систем пожарной автоматики.

## Список источников

1. Зайцев А.В. Ложные срабатывания в свете требований СП 484.1311500.2020 и ГОСТ Р 59638–2021 // Системы безопасности. 2022. № 1 (163). С. 50–52.
2. Зайцев А.В. Требования устойчивости СПА к внешним и внутренним дестабилизирующим факторам // Системы безопасности. 2023. № 5 (173). С. 100–103.
3. Moth Ashwini Gopinath, Palmur Vinayak Vijay, Makarand Vilas Buddhhe. A review article on automatic fire detection // International Journal of Innovation in Engineering Research and Technology. 2024. № 11 (1). P. 10–13.
4. Development of a method for assessing the reliability of fire detection in premises / V. Sadovyi [et al.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. № 3 (10 (117)). P. 56–62. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259493.
5. Fire detection approaches for the modern world: a review / Juby Susan George [et al.] // International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). 2021. Vol. 9. Iss. 7. P. 88–93.
6. Саутин И.Г. Особое мнение. Можно ли доверить свою жизнь дымовому пожарному извещателю? // Алгоритм безопасности. 2019. № 6. С. 90–91.
7. Зависимость гибели и травмирования людей при пожарах от продолжительности пожаров / В.В. Харин [и др.] // Безопасность техногенных и природных систем. 2021. № 4. С. 19–24. DOI: 10.23947/2541-9129-2021-4-19-24.
8. Иванов А.Н., Уткин О.В., Викман А.В. Применение нечеткой логики для оценки вероятности выполнения пожарными извещателями функции основного назначения // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2019. № 3 (31). С. 42–48.
9. Порошин А.А., Кондашов А.А., Сибирко В.И. Оценка эффективности срабатывания систем пожарной сигнализации на объектах промышленности за период 2016–2020 гг. // Безопасность труда в промышленности. 2021. № 4. С. 32–37. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-4-32-37.

10. Оценка работоспособности систем пожарной сигнализации на объектах жилого фонда за период с 2016 по 2020 г. / А.А. Порошин [и др.] // Технологии техносферной безопасности. 2021. № 1 (91). С. 19–29. DOI: 10.25257/TTS.2021.1.91.19-32.

### References

1. Zajcev A.V. Lozhnye srabatyvaniya v svete trebovanij SP 484.1311500.2020 i GOST R 59638–2021 // Sistemy bezopasnosti. 2022. № 1 (163). S. 50–52.
2. Zajcev A.V. Trebovaniya ustojchivosti SPA k vneshnim i vnutrennim destabiliziruyushchim faktoram // Sistemy bezopasnosti. 2023. № 5 (173). S. 100–103.
3. Moth Ashwini Gopinath, Palmur Vinayak Vijay, Makarand Vilas Buddhhe. A review article on automatic fire detection // International Journal of Innovation in Engineering Research and Technology. 2024. № 11 (1). P. 10–13.
4. Development of a method for assessing the reliability of fire detection in premises / V. Sadovyi [et al.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. № 3 (10 (117)). P. 56–62. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259493.
5. Fire detection approaches for the modern world: a review / Juby Susan George [et al.] // International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). 2021. Vol. 9. Iss. 7. P. 88–93.
6. Sautin I.G. Osoboe mnenie. Mozhno li doverit' svoyu zhizn' dymovomu pozharnomu izveshchatelyu? // Algoritm bezopasnosti. 2019. № 6. S. 90–91.
7. Zavisimost' gibeli i travmirovaniya lyudej pri pozharah ot prodolzhitel'nosti pozharov / V.V. Harin [i dr.] // Bezopasnost' tekhnogennyh i prirodnyh sistem. 2021. № 4. S. 19–24. DOI: 10.23947/2541-9129-2021-4-19-24.
8. Ivanov A.N., Utkin O.V., Vikman A.V. Primenenie nechetkoj logiki dlya ocenki veroyatnosti vypolneniya pozharnymi izveshchatelyami funkcii osnovnogo naznacheniya // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2019. № 3 (31). S. 42–48.
9. Poroshin A.A., Kondashov A.A., Sibirko V.I. Ocenka effektivnosti srabatyvaniya sistem pozharnoj signalizacii na ob"ektah promyshlennosti za period 2016–2020 g. // Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2021. № 4. S. 32–37. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-4-32-37.
10. Ocenka rabotosposobnosti sistem pozharnoj signalizacii na ob"ektah zhilogo fonda za period s 2016 po 2020 g. / A.A. Poroshin [i dr.] // Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti. 2021. № 1 (91). S. 19–29. DOI: 10.25257/TTS.2021.1.91.19-32.

**Информация о статье:**

Статья поступила в редакцию: 27.11.2023; одобрена после рецензирования: 30.01.2024;  
принята к публикации: 13.02.2024

**The information about article:**

The article was submitted to the editorial office: 27.11.2023; approved after review: 30.01.2024;  
accepted for publication: 13.02.2024

*Сведения об авторах:*

**Иванов Анатолий Николаевич**, доцент кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, доцент, e-mail: [iv.52@mail.ru](mailto:iv.52@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4149-6279>, SPIN-код: 9583-1190

**Счастливец Владимир Александрович**, слушатель магистратуры Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: [vlsch1004@mail.ru](mailto:vlsch1004@mail.ru)

**Лимонов Борис Семенович**, доцент кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, доцент, e-mail: [limonov@igps.ru](mailto:limonov@igps.ru)

*Information about the authors:*

**Ivanov Anatoly N.**, associate professor of the department of fire safety of buildings and automated fire extinguishing systems of the Saint-Petersburg university of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of technical sciences, associate professor, e-mail: [iv.52@mail.ru](mailto:iv.52@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4149-6279>, SPIN: 9583-1190

**Shchastyantsev Vladimir A.**, graduate student at the Saint-Petersburg university of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: [vlsch1004@mail.ru](mailto:vlsch1004@mail.ru)

**Limonov Boris S.**, associate professor of the department of fire safety of buildings and automated fire extinguishing systems of the Saint-Petersburg university of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of technical sciences, associate professor, e-mail: [limonov@igps.ru](mailto:limonov@igps.ru)