

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОЖНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА

Малышев К. С.

Дзержинский политехнический институт филиал Нижегородского государственного технического университета имени Р. Е. Алексева, Дзержинск, Россия (606026, г. Дзержинск, ул. Гайдара, 49), e-mail:malyshevks@gmail.com

В статье представлены результаты статистического исследования причин ложных срабатываний систем автоматической противопожарной защиты на примере объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта. Исследование производилось в организациях, занимающихся эксплуатацией автоматических систем противопожарной защиты, на 11 железных дорогах России. Выполнен анализ причин появления и динамики типовых ложных факторов – тепловых, оптико-электронных и извещателей пламени. На основе рассмотренных закономерностей выбраны математические модели ложных факторов, используемые для тестирования алгоритмов детектирования пожара. Полученные статистические данные могут быть применены при разработке алгоритмов детектирования пожара, основанных на статистической теории распознавания образов. Кроме того, результаты исследования могут быть интересны специалистам, занимающимся проектированием систем пожарной безопасности на опасных промышленных объектах. Проектирование систем пожарной безопасности с учетом полученных статистических данных позволит сократить количество ложных срабатываний.

Ключевые слова: пожарная сигнализация, ложные факторы пожара, пожарный извещатель.

INVESTIGATION OF FALSE FIRE FACTORS

Malyshev K. S.

Dzerzhinsk Polytechnic Institute branch of the Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R. E. Alekseev, Dzerzhinsk, Russia (606026, Dzerzhinsk, Gajdar st., 49), e-mail:malyshevks@gmail.com

The paper presents the results of statistical research of the causes of false alarms of automatic fire protection on the example of railway transport infrastructure. The study was carried out in organizations involved in the operation of automatic fire protection systems on 11 Russian railways. The analysis of the causes of the appearance and dynamics of typical false factors of heat, photoelectric and radiant energy detectors was carried out. On the basis of the regularities considered mathematical models of false factors used for testing fire detection algorithms were selected. The resulting statistics can be applied in the development of fire detection algorithms, based on statistical pattern recognition theory. Besides, the results may be of interest for professionals involved in the design of fire safety systems at hazardous industrial enterprises. Design of fire protection systems in light of the statistical data, will reduce the number of false alarms.

Keywords: fire alarm system, false fire factors, fire detector.

Задача достоверного обнаружения пожара средствами автоматической пожарной сигнализации на важных промышленных, общественных и транспортных объектах в настоящее время чрезвычайно актуальна. Ложные срабатывания средств пожарной автоматики причиняют экономический ущерб предприятию, а в некоторых случаях приводят к травмам и человеческим жертвам. Примером может служить трагедия 25 августа 2010 г., когда несанкционированное срабатывание системы газового пожаротушения в подразделении Центробанка города Подольска стало причиной гибели одного и травмирования еще тринадцати человек [3]. Ложные факторы пожара представляют собой физические явления, не связанные с процессом горения, воздействие которых на чувствительные элементы автоматических пожарных извещателей приводит к срабатыванию последних. К основным опасным факторам пожара относятся: пламя и искры, тепловой

поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму [5]. Для детектирования каждого из факторов пожара разработаны автоматические пожарные извещатели, реагирующие на превышение измеренными величинами установленных порогов: дымовые оптико-электронные, дымовые ионизационные, тепловые, аспирационные, а также извещатели пламени.

Конечно, факторы вызывающие ложные срабатывания пожарных извещателей сильно отличаются на разных объектах, однако, можно выделить наиболее характерные. В рамках данной работы был произведен анализ степени воздействия ложных факторов пожара на объектах инфраструктуры железнодорожного транспорта. В исследовании были задействованы компании, осуществляющие проектирование, монтаж и эксплуатацию *автоматических систем противопожарной защиты (АСПЗ)* на 11 железных дорогах: Октябрьской, Московской, Северной, Северо-Кавказской, Юго-Восточной, Приволжской, Куйбышевской, Свердловской, Южно-Уральской, Западно-Сибирской и Забайкальской. Эксплуатирующие предприятия предоставили статистические данные по количеству и типам ложных срабатываний систем автоматической пожарной сигнализации и пожаротушения.

По результатам комплексного исследования наиболее устойчивыми к ложным срабатываниям оказались аспирационные системы, далее тепловые извещатели, извещатели пламени, и наиболее подверженные ложным срабатываниям – дымовые пожарные извещатели. Следует отметить, что суммарная доля аспирационных систем на объектах инфраструктуры железнодорожного транспорта не превышает 5 % от общего объема систем обнаружения пожара. В силу их немногочисленности и высокой стоимости, таким системам уделяется повышенное внимание при проектировании и эксплуатации, поэтому ложные срабатывания таких систем чрезвычайно редки.

На каждый тип пожарных извещателей влияют различные ложные факторы. Анализ частоты ложных срабатываний извещателей по типам позволяет выделить наиболее характерные воздействия. Не следует забывать, что большую роль играет конкретная модель извещателя. Часто именно конструктивные особенности извещателя определенной марки становятся причиной большого количества ложных тревог на объекте. Так, например, при использовании в конструкции извещателя мелкоячеистой сетки против насекомых чувствительность извещателя к данному ложному фактору существенно снижается, но при этом на такой сетке более интенсивно происходит процесс накопления пыли.

Для оптико-электронных дымовых пожарных извещателей негативным воздействием является, прежде всего, запыление дымовой камеры (диаграмма 1). Процесс запыления может происходить с разной степенью интенсивности, в зависимости от условий

эксплуатации. Например, в офисных зданиях и относительно чистых производственных помещениях процесс накопления пыли достаточно равномерный и может не оказывать воздействие на извещатель в течение долгого времени, но при резком встряхивании (сильное захлопывание входной двери, вибрация от железнодорожного транспорта, запуск электродвигателя большой мощности) или при движении воздуха (сквозняк, включение общеобменной вентиляции и т.д.) накопившаяся пыль в дымовой камере приходит в движение и приводит к срабатыванию извещателя [2].

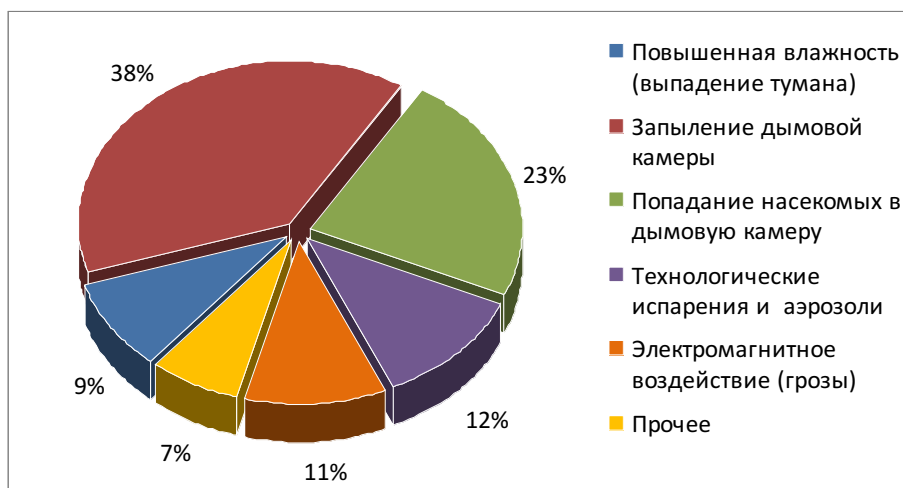


Диаграмма 1. Доля ложных факторов пожара, приводящих к срабатыванию дымовых оптико-электронных пожарных извещателей

Вторым, по частоте проявления, ложным фактором для дымовых извещателей является попадание мелких насекомых в дымовую камеру. Как было отмечено выше, существуют конструктивные методы снижения влияния данного фактора на извещатель, однако полностью исключить его все же не удастся. Следует отметить, что данный фактор является сезонным.

Третий вид воздействий, вызывающий срабатывание оптико-электронных извещателей, связан с повышенной влажностью. На диаграмме 1 произведено разделение этого воздействия на техногенное и естественное. Технологические испарения и аэрозоли возникают при непосредственном использовании водяного пара в технологическом процессе (например, при промывке и пропарке цистерн и колесных пар) или в случае разгерметизации технологических аппаратов. Естественное воздействие заключается в выпадении тумана или росы. При переходе параметров среды через точку росы избыточная влага воздуха конденсируется в виде капель. Если в окружающей среде достаточное количество ядер конденсации, то влага конденсируется в воздухе и происходит выпадение тумана, иначе избыточная влага выпадает в виде росы на окружающие предметы [1]. К формированию тумана приводит наличие двух факторов – повышенная влажность, понижение температуры.

Последним значимым воздействием, выявленным в ходе исследования, является электромагнитное воздействие. Оно также может иметь естественную природу (грозовая активность) или техногенную (электродуговая сварка, работа электродвигателей и т.п.). Электромагнитные воздействия на средства пожарной автоматики по возможности стараются исключить, широко используя заземление, экранирование и специальные интерфейсы передачи информации. Однако даже при условии выполнения технических рекомендаций, указанных выше, электромагнитные помехи наводятся во входном каскаде чувствительного элемента пожарного извещателя [4].

К ложным срабатываниям тепловых пожарных извещателей чаще всего приводит выделение тепла вблизи пожарного извещателя, связанное с технологическим процессом (разогрев реакционной массы, разгерметизация технологического аппарата), работой системы отопления (включение тепловой пушки или направленного инфракрасного обогревателя) или естественными источниками (нагрев перекрытия, на котором установлены извещатели, солнцем). Доли этих воздействий, приводящие к ложным срабатываниям, указаны на диаграмме 2.

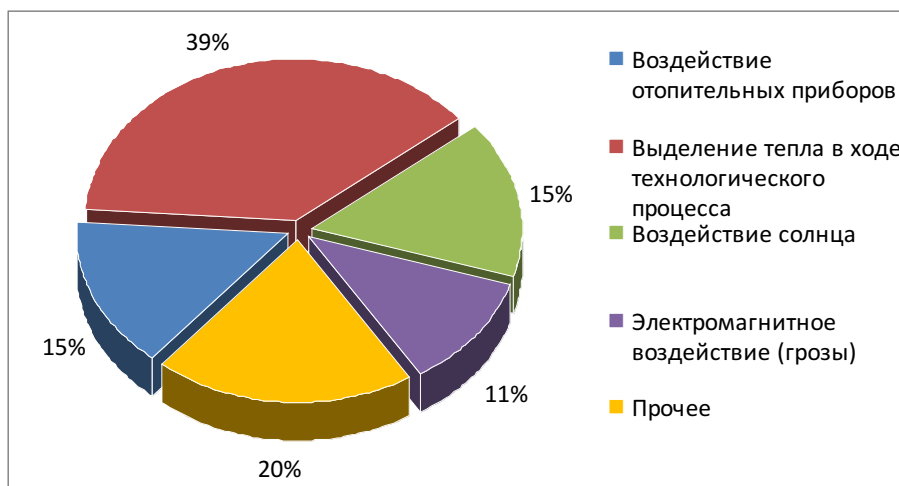


Диаграмма 2. Доля ложных факторов пожара, приводящих к срабатыванию тепловых пожарных извещателей

Анализ ложных факторов для извещателей пламени представляется достаточно проблематичным, поскольку, во-первых, они достаточно редко используются, а во-вторых, имеют существенно различные характеристики. Извещатели пламени различаются по диапазонам контролируемого излучения (инфракрасный, ультрафиолетовый, комбинированный), по алгоритму детектирования пожара (максимального или пульсационного типа) и т.п. Поэтому данные, приведенные в диаграмме 3, относятся к некому «усредненному» извещателю пламени, который обладает недостатками всех указанных выше типов извещателей пламени.

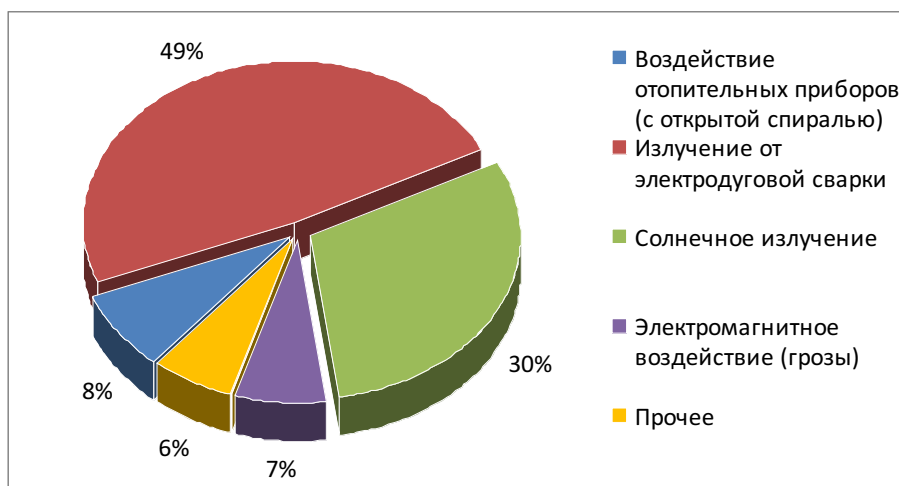


Диаграмма 3. Доля ложных факторов пожара, приводящих к срабатыванию пожарных извещателей пламени

При разработке и тестировании алгоритмов детектирования пожара возникает необходимость иметь не только статистические данные, но и модели ложных факторов пожара. Поскольку условия эксплуатации АСПЗ для каждого промышленного или транспортного объекта уникальны и могут существенно отличаться, и невозможно учесть все особенности этих процессов, то желательно получить некоторые обобщенные идеализированные модели возмущающих факторов. Исследование механизмов воздействия ложных факторов пожара позволяет использовать в качестве моделей ложных факторов пожара группы математических функций, известные с точностью до констант k, T, T_1, T_2 . В зависимости от размерности величин следует дополнительно вводить масштабный коэффициент. В таблице 1 представлены группы функций, принятые в качестве моделей для ложных факторов пожара.

Таблица 1. Модели ложных факторов пожара

Ложный фактор пожара	Аппроксимирующая функция
Выпадение тумана	$y(x) = k \cdot x, k > 0$
Запыление дымовой камеры	$y(x) = \frac{k \cdot T \cdot x}{1 + x^2 \cdot T^2}, k > 0, T > 0$
Технологические испарения	$y(x) = k(1 - \frac{T_1}{T_1 + T_2} e^{-\frac{x}{T_1}} + \frac{T_2}{T_1 + T_2} e^{-\frac{x}{T_2}}), k > 0, T_1 > T_2 > 0$
Воздействие отопительных приборов	$y(x) = k(1 - e^{-\frac{x}{T}}), k > 0, T > 0$
Выделение тепла в ходе технологического процесса	$y(x) = k(1 - \frac{T_1}{T_1 + T_2} e^{-\frac{x}{T_1}} + \frac{T_2}{T_1 + T_2} e^{-\frac{x}{T_2}}), k > 0, T_1 > T_2 > 0$
Воздействие солнца, излучение	$y(x) = k \cdot x, k > 0$

отопительных приборов с открытой спиралью	
Электромагнитное воздействие	Импульсные аддитивные помехи случайной амплитуды и не регулярной последовательности
Попадание в дымовую камеру насекомых, воздействие электродуговой сварки	Белый шум случайной мощности с нулевым математическим ожиданием

На рисунках 1, 2 показаны примеры моделей ложных факторов пожара, используемые для тестирования алгоритмов детектирования

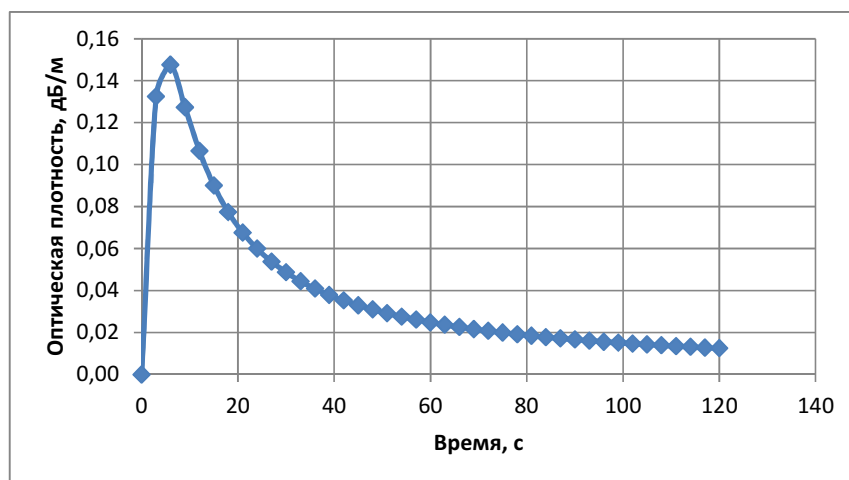


Рисунок 1. Пример модели ложного фактора пожара (запыление дымовой камеры $k=0,3$; $T=0,2$)

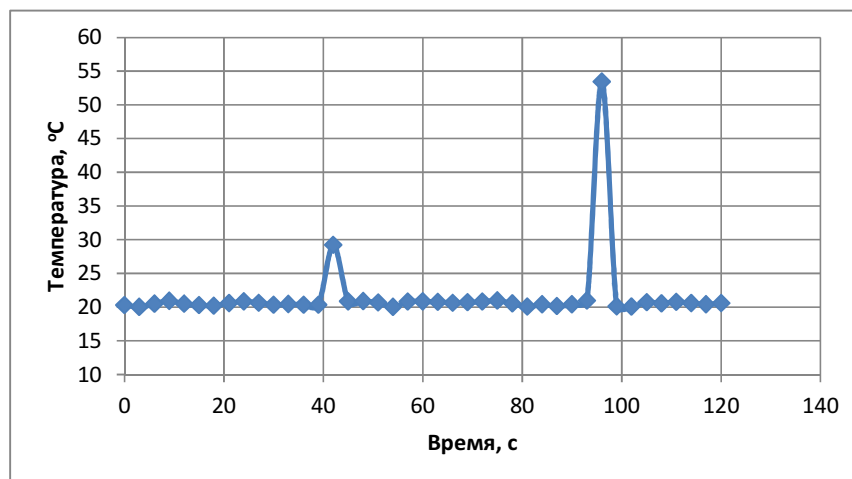


Рисунок 2. Пример модели ложного фактора пожара (электромагнитное воздействие на тепловой канал обнаружения)

Рассмотренные ложные факторы необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации АСПЗ для сокращения количества ложных срабатываний. Полученные данные

могут быть использованы для построения системы детектирования пожара, основанной на статистической теории распознавания образов. Модели, представленные в статье, также могут быть использованы для предварительной оценки устойчивости алгоритмов обнаружения пожара к ложным факторам.

Список литературы

1. Амелин А. Г. Теоретические основы образования тумана в химических производствах. – М.; Л.: ГХИ, 1951. – 172 с.
2. Варламова Т. В. Методы принятия решения в системах пожарной сигнализации // Алгоритм. – 2004. – №2.
3. Егоров И., Полетаев В. Ложный сигнал и газовая камера // Российская газета. – 2010. – № 5269.
4. Макаров С. Б. Устойчивость систем пожарной сигнализации к электромагнитным помехам // Системы безопасности. – 2009. – №2.
5. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Федеральный закон от 22 июля 2008 N 123-ФЗ: принят Государственной Думой 4 июля 2008 г.// Российская газета. – 2008. – № 163.

Рецензенты:

Добротин Сергей Алексеевич, доктор технических наук, директор ООО НТЦ «Безопасность», г. Дзержинск.

Луконин Вадим Павлович, доктор технических наук, генеральный директор Федерального государственного унитарного предприятия «Научно-исследовательский институт химии и технологии полимеров имени академика В. А. Каргина с опытным заводом», г. Дзержинск.