

ПОЖАРОВЗРЫВБЕЗОПАСНОСТЬ/FIRE AND EXPLOSION SAFETY. 2024. Т. 33. № 6. С. 85–96
POZHAROVZRYVOBEZOPASNOST/FIRE AND EXPLOSION SAFETY. 2024; 33(6):85-96

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ/RESEARCH PAPER

УДК 614.849

<https://doi.org/10.22227/0869-7493.2024.33.06.85-96>

Анализ ложных срабатываний систем пожарной сигнализации на объектах массового пребывания людей в период с 2021 по 2023 год

Элина Фанисовна Рахматуллина ✉, Арсений Владимирович Пермьяков,
Ильдар Фанилевич Хафизов, Фаниль Шамилевич Хафизов

Уфимский государственный нефтяной технический университет (УГНТУ), г. Уфа, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Ложные срабатывания систем автоматической пожарной сигнализации могут вызвать серьезные проблемы, такие как прекращение работы объекта, выброс огнетушащих веществ и излишнее использование ресурсов пожарных служб. Особенно важно учитывать, что задержка прибытия пожарных подразделений из-за ложных сигналов может усугубить ситуацию. Цель проведения анализа заключается в выявлении причин ложных срабатываний пожарной сигнализации и разработке рекомендаций по повышению ее эффективности.

Объектом изучения являются срабатывания аварийно-пожарной сигнализации (АПС) на объектах массового скопления людей.

Материалы и методы. В исследовании использованы эмпирические методы и методы системного анализа. Проведен регрессионный анализ с применением метода наименьших квадратов для различных видов регрессионных уравнений.

Результаты обсуждения. Обнаружено, что ложные срабатывания чаще происходят на объектах с большой площадью, где установлено большое количество извещателей и источников ложных срабатываний. Исследования показали, что объекты с повышенной активностью людей подвержены большему риску ложных срабатываний. Для снижения вероятности ложных срабатываний на крупных объектах рекомендуется устанавливать извещатели в местах с наименьшей вероятностью ложных срабатываний.

Заключение. В результате регрессионного анализа получены уравнения, описывающие зависимость между площадью объектов массового пребывания людей и количеством ложных срабатываний пожарной сигнализации. На основе результатов анализа разработаны рекомендации по снижению количества ложных срабатываний.

Ключевые слова: автоматическая пожарная сигнализация; пожар; автоматические установки пожаротушения; анализ данных; метод наименьших квадратов

Для цитирования: Рахматуллина Э.Ф., Пермьяков А.В., Хафизов И.Ф., Хафизов Ф.Ш. Анализ ложных срабатываний систем пожарной сигнализации на объектах массового пребывания людей в период с 2021 по 2023 год // *Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety*. 2024. Т. 33. № 6. С. 85–96. DOI: 10.22227/0869-7493.2024.33.06.85-96

✉ Рахматуллина Элина Фанисовна, e-mail: rahmatullina_elina@mail.ru

Analysis of false alarms of fire alarm systems at public facilities in the period from 2021 to 2023

Elina F. Rakhmatullina ✉, Arseniy V. Permyakov, Ildar Sh. Khafizov, Fanil Sh. Khafizov

Ufa State Petroleum Technological University (USPTU), Ufa, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. False alarms from automatic fire alarm systems can cause serious problems such as shutting down the operation of a facility, the release of fire extinguishing agents and the unnecessary use of fire service resources. It is particularly important to recognize that delaying the arrival of fire units due to false alarms can exacerbate the situation. The purpose of the analysis is to identify the causes of false alarms and to develop recommendations to improve its effectiveness.

The object of the study is the triggering of fire alarm systems (FAS) at the objects of mass gathering of people.

Materials and methods. Empirical methods and methods of system analysis were used in the study. Regression analysis using the method of least squares for different types of regression equations was carried out.

Discussion Results. False alarms were found to occur more frequently in facilities with large areas where a large number of detectors and sources of false alarms are installed. Studies have shown that facilities with increased human activity are at greater risk of false alarms. To reduce the probability of false alarms in large facilities, it is recommended that detectors be installed in locations with the lowest probability of false alarms.

Conclusion. As a result of regression analysis, the equations describing the relationship between the area of objects of mass stay of people and the number of false alarms of fire alarm systems were obtained. On the basis of the results of the analysis recommendations for reducing the number of false alarms are developed.

Keywords: automatic fire alarm system; fire; automatic fire extinguishing installations; data analysis; least squares method

For citation: Rakhmatullina E.F., Permyakov A.V., Khafizov I.Sh., Khafizov F.Sh. Analysis of false alarms of fire alarm systems at public facilities in the period from 2021 to 2023. *Pozharovzryvobezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2024; 33(6):85-96. DOI: 10.22227/0869-7493.2024.33.06.85-96 (rus).

✉ Rakhmatullina Elina Fanisovna, e-mail: rahmatullina_elina@mail.ru

Введение

Последствия ложных срабатываний аварийно-пожарной сигнализации (АПС) могут быть как незначительными, так и достаточно серьезными [1], а именно:

- приостановка функционирования охраняемого объекта из-за эвакуации работающего персонала и, как следствие, финансовые и временные потери;
- автоматическое срабатывание системы пожаротушения приводит к распылению огнетушащих веществ на имущество, что влечет за собой порчу собственности и дополнительные затраты на очистку помещения;
- ложный вызов сил и средств пожарных подразделений и, как следствие, потеря их трудовых и временных ресурсов;
- отсутствие пожарных подразделений в месте их дислокации (пожарное депо) при возникновении реального происшествия (пожар, авария и т.д.) в момент вызова подразделений на ложное срабатывание и, как следствие, возможное увеличение времени прибытия на место возникновения происшествия [2].

Объект исследования

Объект исследования — срабатывания АПС на объектах массового пребывания людей.

Цель и задачи исследования

Цели анализа: выявить причины срабатываний АПС на объектах массового пребывания в период с 2021 по 2023 г. и разработать рекомендации по повышению эффективности работы пожарной сигнализации.

В соответствии с указанной целью **задачами** исследования являются:

- провести анализ исходных данных;

- определить основные причины срабатываний АПС на объектах массового пребывания в период с 2021 по 2023 г. [3];
- выявить специфические особенности противопожарной защиты на различных объектах;
- разработать рекомендации по повышению эффективности работы пожарной сигнализации.

Материалы и методы исследования

В исследовании использовались методы системного анализа, эмпирический метод, регрессионный анализ, построение уравнения регрессии.

В ходе работы были изучены отчеты о срабатываниях АПС на объектах массового пребывания в период с 2021 по 2023 г., был проведен анализ статистических данных о срабатываниях АПС.

Результаты исследования

В ходе проведенного анализа срабатываний АПС и системы пожарной сигнализации (СПС) на объектах массового пребывания в период с 2021 по 2023 г. были изучены данные каждого объекта, определены причины срабатываний в зависимости от сезона [4]. Также был проведен общий анализ причин срабатываний на всех объектах за весь исследуемый период. Получены следующие результаты:

1. В период с 2021 по 2023 г. на объектах массового пребывания произошло 119 срабатываний АПС, системы передачи извещений о пожаре (СПИ).

2. Основные причины срабатывания АПС и СПИ на исследуемых объектах: запыленность дымовых пожарных извещателей (ДПИ) (попадание строительной пыли), умышленное срабатывание ручных пожарных извещателей (РПИ), неисправность АПС, СПИ, приготовление пищи на плите, проверка работоспособности СПИ обслуживающей организацией и иные причины [5]. Количество, частота срабатываний и причины представлены в табл. 1.

Таблица 1. Количество и частота срабатываний АПС, СПИ за 2021–2023 гг. по разным причинам
Table 1. Number and frequency of FAS actuations, FNS for 2021–2023 for various reasons

Причины срабатываний Causes of alarms	Количество срабатываний Quantity of alarms	Частота срабатываний Response rate	Структура, % Structure, %
Запыленность ДПИ (попадание строительной пыли) Dustiness of the SA (ingress of construction dust)	6	0,050	5,00
Умышленное срабатывание РПИ Deliberate triggering of the MFA	5	0,042	4,20
Неисправность АПС, СПИ FAS, FNS failure	41	0,345	34,50
Приготовление пищи на плите Cooking on the cooker	30	0,252	25,20
Проверка работоспособности СПИ обслуживающей организацией Verification of the FNS operability by the maintenance organization	5	0,042	4,20
Иные причины Another	32	0,269	26,90
Итого за 2021–2023 гг. Total for 2021–2023	119	1,000	100,00

Анализ причин срабатываний АПС, СПИ по всем исследуемым объектам за 2021–2023 гг., представленный на рис. 1, показал, что наибольшее количество срабатываний произошло по следующим основным причинам:

- неисправность АПС, СПИ — 41 срабатывание;
- приготовление пищи на плите — 30 срабатываний;
- иные причины — 32 срабатывания.

Частота срабатываний АПС, СПИ по причине «Неисправность АПС, СПИ» составила 34,5 %, по причине «Приготовление пищи на плите» —

25,2 %, а по иным причинам — 26,9 % (рис. 2).

3. Наибольшее количество срабатываний произошло в зимний период, а именно 37 раз (рис. 3), частота которых составила 0,311. Основной причиной срабатываний в зимний период явилась неисправность АПС, СПИ [6].

4. В весенний период основной причиной срабатывания АПС, СПИ явилось «Приготовление пищи на плите» — 12 случаев или 40 %. Результаты анализа срабатывания АПС, СПИ по причине «Приготов-

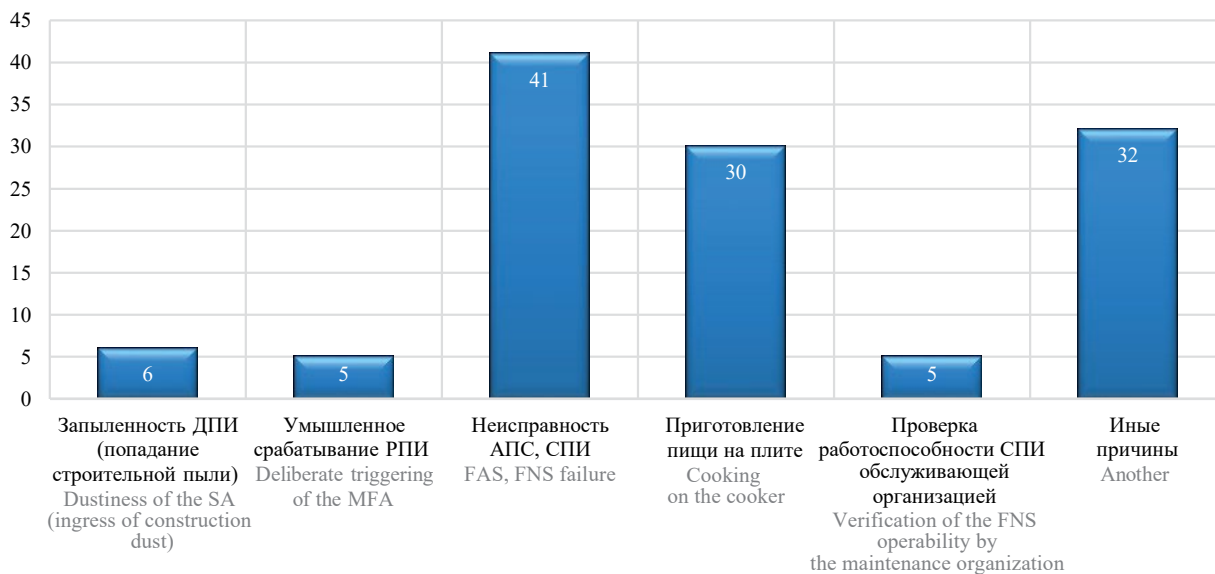


Рис. 1. Количество срабатываний АПС, СПИ за 2021–2023 гг. в разрезе причин
Fig. 1. Number of FAS actuations, FNS for 2021–2023 by cause

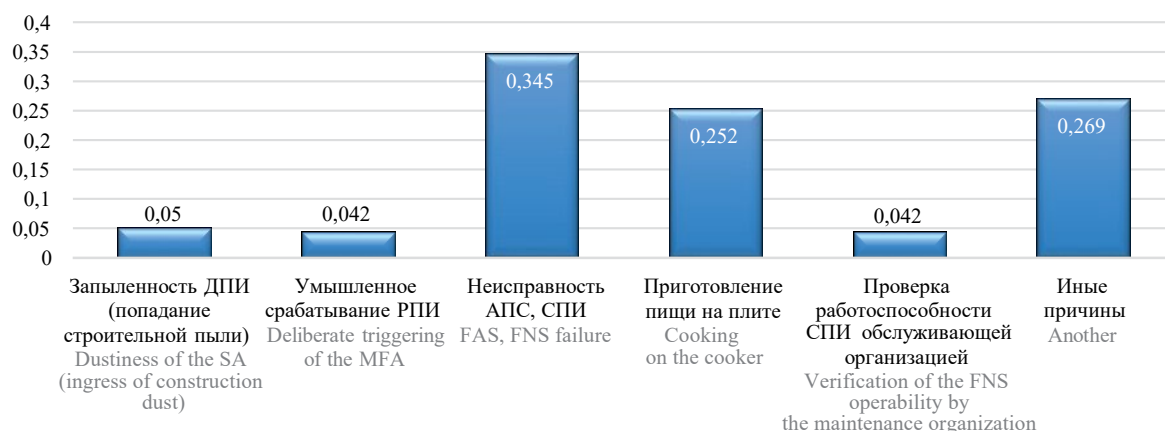


Рис. 2. Частота срабатываний АПС, СПИ за 2021–2023 гг., %

Fig. 2. FAS actuation frequency, FNS for 2021–2023, %

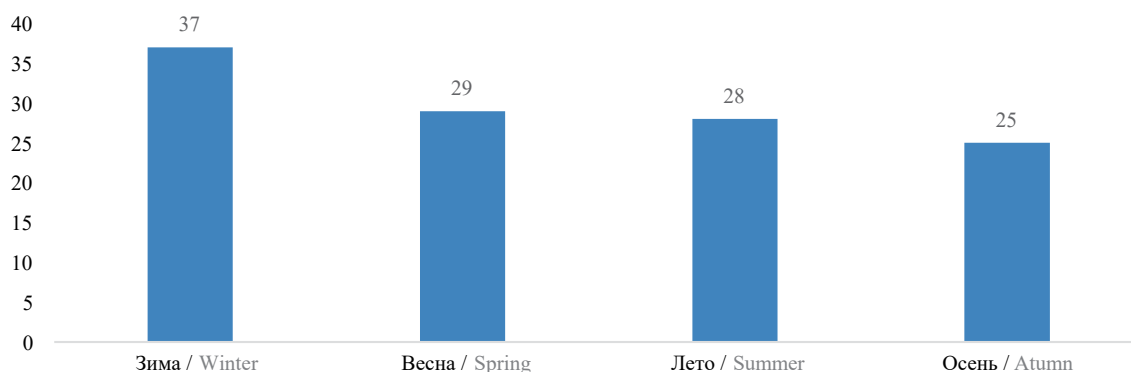


Рис. 3. Количество срабатывания АПС, СПИ за 2021–2023 гг. по сезонам

Fig. 3. Number of FAS actuations, FNS for 2021–2023 by seasons

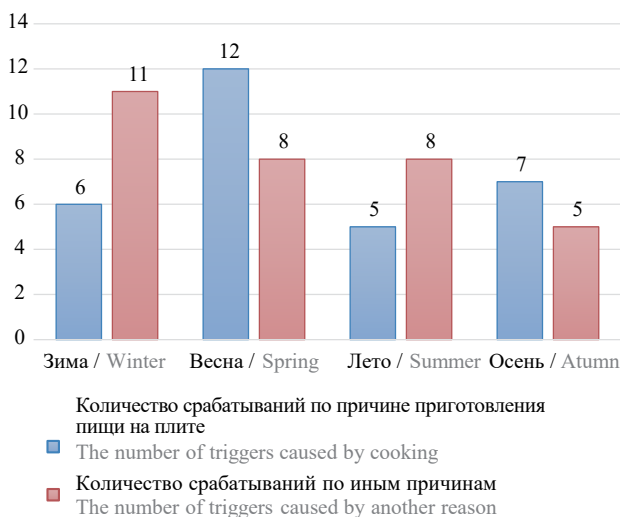


Рис. 4. Количество срабатываний по сезонам в разрезе причин

Fig. 4. The number of triggers during the season by another reason

ление пищи на плите» за 2021–2023 гг. по сезонам представим на рис. 4.

5. По иным причинам (пар, курение, детская шалость) АСП и СПИ срабатывали больше зимой (рис. 4).

Более подробное рассмотрение срабатываний АПС, СПИ по иным причинам за 2021–2023 гг. по сезонам представим в табл. 2 [7].

6. Наибольшее количество срабатывания — 34,15 % АПС, СПИ по объектам с учетом систем передачи извещений о пожаре по причине «Неисправность АПС, СПИ» приходится на зимний период (табл. 3).

Анализ проведения исследования на тему причин ложных срабатываний

Существует зависимость между ложными срабатываниями пожарной сигнализации и площадью объекта [8]. Чем больше площадь объекта, тем выше вероятность ложного срабатывания.

Это связано с несколькими факторами:

1. Количество извещателей: большие объекты, как правило, имеют больше извещателей пожарной сигнализации, что увеличивает вероятность, что один из них работает ложно [9].

2. Количество источников ложных срабатываний: большие объекты часто имеют больше потенциальных источников ложных срабатываний, таких как кухни, ванные комнаты и механические помещения [10].

3. Сложность системы: системы пожарной сигнализации для больших объектов, как правило, более сложные, с большим количеством компонентов и соединений [11]. Это повышает вероятность сбоев, которые могут привести к ложным срабатываниям [12].

Таблица 2. Количество срабатываний АПС, СПИ за 2021–2023 гг. по иным причинам
Table 2. Number of FAS actuations, FNS for 2021–2023 for Another reasons

Сезон Season	Причины срабатываний Reasons for actuations	Количество срабатываний Quantity
Зима Winter	Пар / Steam	2
	В результате нагрева изоляции электропроводов без горения в электрощитовой Heating of electrical insulation	1
	Курение / Smoking	2
	Аварийно-токовое явление без последующего горения / Emergency situation	1
	Распыление аэрозоли / Spraying aerosols	1
	Изменение давления воды в пожарных кранах / Changes in water pressure in firetap	1
	Прорыв трубы ХВС / CWS Pipe burst	1
	Высокая концентрация выхлопных газов от автомобилей / Concentration of exhaust gases from cars	1
	Разгерметизация пожарного крана / Depressurization of the fire crane	1
Весна Spring	Детская шалость / Childish prank	1
	Короткое замыкание без горения / Electrical short	1
	Ремонтные работы / Repair work	2
	В результате проведения реконструкции бутика As a result of the renovation of the boutique	1
	Курение электронной сигареты / Smoking an electronic cigarette	1
	Случайный запуск системы оповещения / Pressing the button	1
	Нагрев лучами солнца / Heating by sunlight	1
Лето Summer	При выгрузке товара / Unloading of goods	1
	Строительные работы / Construction works	2
	Перегрев кондиционера / Heating the air conditioner	1
	В результате тления жировых отложений в вентиляционном коробе, задымления в системе вентиляции без горения / As a result of smouldering fatty deposits in the ventilation duct, smoke in the ventilation system without combustion	1
	Ремонтные работы / Repair	1
	Ложное срабатывание АПС и системы АПТ, выброс огнетушащего порошка на погрузочной подстанции в электрощитовых False activation of FAS and AFS systems, fire extinguishing powder release at the loading substation in electrical switchboards	1
	Другая / Another	1
Осень Autumn	Приготовление пищи / Cooking	2
	Попадания пыли на извещатель / Dustiness	1
	Строительные работы / Buildingwork	1
	Короткое замыкание электропроводки электрочайника, без горения Electric kettle wiring short-circuit, no combustion	1
Итого / Total		32

Таблица 3. Количество срабатывания АПС, СПИ по объектам с учетом систем передачи извещений о пожаре по причине «Неисправность АПС, СПИ» за 2021–2023 гг.

Table 3. Number of FAS and FNS activations by facilities, taking into account the systems of fire notification transmission due to “Failure of FAS and FNS” for 2021–2023

Сезон Season	Наименование объекта Name of the object	Количество ложных срабатываний Quantity of incorrect positive identifications	Итого Total
Зима Winter	ТРЦ 1 / SEC 1	5	14
	ТРЦ 2 / SEC 2	2	
	ТРЦ 3 / SEC 3	6	
	ТРЦ 4 / SEC 4	1	
Весна Spring	ТРЦ 1 / SEC 1	1	6
	ТРЦ 2 / SEC 2	1	
	ТРЦ 3 / SEC 3	3	
	ТРЦ 4 / SEC 4	1	
Лето Summer	ТРЦ 1 / SEC 1	5	10
	ТРЦ 2 / SEC 2	2	
	ТРЦ 3 / SEC 3	–	
	ТРЦ 4 / SEC 4	3	
Осень Autumn	ТРЦ 1 / SEC 1	3	11
	ТРЦ 2 / SEC 2	4	
	ТРЦ 3 / SEC 3	3	
	ТРЦ 4 / SEC 4	1	
Итого / Total		41	41

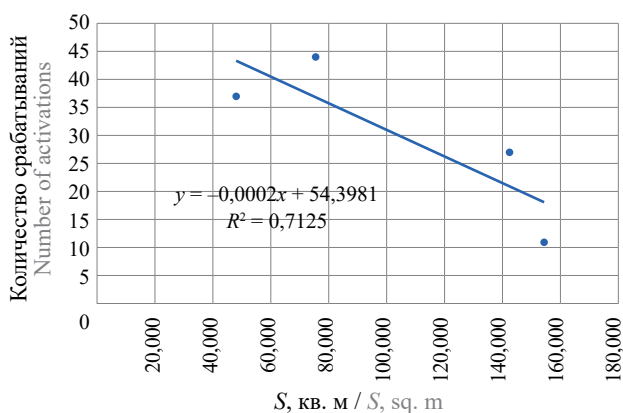


Рис. 5. Зависимость количества срабатываний АПС, СПИ от площади ТРЦ за период 2021–2023 гг.

Fig. 5. Dependence of the number of FAS, FNS actuations on the area of the SEC for the period 2021–2023

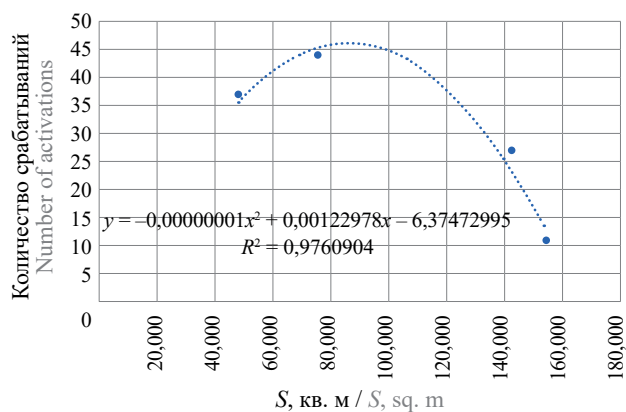


Рис. 6. Зависимость количества срабатываний АПС, СПИ от площади ТРЦ за период 2021–2023 гг.

Fig. 6. Dependence of the number of FAS, FNS actuations on the area of the shopping mall for the period 2021–2023

Кроме того, исследования показали, что определенные типы объектов более склонны к ложным срабатываниям пожарной сигнализации, чем другие [13]. Например, торгово-развлекательные комплексы, учреждения здравоохранения и образовательные учреждения, как правило, имеют более высокие показатели ложных срабатываний из-за наличия большого количества людей и видов деятельности.

Для снижения количества ложных срабатываний на больших объектах важно:

1. Устанавливать датчики в местах с меньшей вероятностью ложных срабатываний [14].
2. Регулярно обслуживать и тестировать систему пожарной сигнализации.
3. Обучать персонал правильно реагировать на срабатывания сигнализации¹.
4. Принимать меры по снижению источников ложных срабатываний, таких как использование вытяжек при приготовлении пищи и устранение источников пыли [15].

В рамках исследования проведен регрессионный анализ по количеству срабатываний АПС, СПИ и площади объектов массового пребывания, результаты в виде диаграмм и схем представлены ниже (табл. 4–6, рис. 5, 6).

Проведен регрессионный анализ для различных видов регрессионных уравнений с помощью метода наименьших квадратов [16]. Выведены уравнения зависимости площади объектов массового пребывания людей и количества ложных срабатываний пожарной сигнализации.

На основании причин и количества срабатываний выведены уравнения общего числа ложных сра-

¹ Средства пожарной автоматики. Область применения. Выбор типа. Рекомендации. М. : ВНИИПО, 2023. 96 с. URL: https://www.technos-m.ru/upload/files/sredstva_pozharnoi_avtomatiki.pdf

Таблица 4. Количество срабатывания АПС, СПИ по объектам с учетом площади объектов массового пребывания за 2021–2023 гг.
Table 4. Number of FAS and FNS activations by facilities, taking into account the area of mass stay facilities for 2021–2023

Параметры объекта Object Parameters		Наименование объекта / Name of the object				
		ТРЦ 1 SEC 1	ТРЦ 2 SEC 2	ТРЦ 3 SEC 3	ТРЦ 4 SEC 4	Итого Total
S , кв. м / S , sq. m	X	48 000	75 000	141 800	154 000	418 800
n (количество срабатываний) n (number of activations)	Y	37	44	27	11	119

Таблица 5. Данные о значениях дисперсии, среднеквадратичном отклонении и средней ошибки аппроксимации для линейной регрессии
Table 5. Data on the values of variance, standard deviation and average approximation error

X	Y	$Y(X)$	$(Y_{cp} - Y(X))^2$ $(Y_{av} - Y(X))^2$	Дисперсия Dispersion	Стандартное отклонение Standard deviation
48 000	37	44,798	226,442	92,788	9,633
75 000	44	39,398	93,084		
141 800	27	26,038	13,779		
154 000	11	23,598	37,847		
Итого / Total	119	–	371,152		
Y_{cp} / Y_{av}	29,75	–	–		

Средняя ошибка аппроксимации
Average approximation error

X	Y	$Y(X)$	$ Y_i - Y(X) : Y_i$	Средняя ошибка аппроксимации Average approximation error
48 000	37	44,798	0,210756757	0,374062506
75 000	44	39,398	0,104590909	
141 800	27	26,038	0,03562963	
154 000	11	23,598	1,145272727	
Итого / Total			1,496250023	

Таблица 6. Данные о значениях дисперсии, среднеквадратичном отклонении и средней ошибки аппроксимации для квадратичной регрессии
Table 6. Data on the values of variance, standard deviation and average approximation error

X	Y	$Y(X)$	$(Y_{cp} - Y(X))^2$ $(Y_{av} - Y(X))^2$	Дисперсия Dispersion	Стандартное отклонение Standard deviation
48 000	37	29,614	0,018	2746,164	52,404
75 000	44	29,608	0,020		
141 800	27	–33,064	3945,640		
154 000	11	–54,148	7038,977		
Итого / Total	119	–	10 984,655		
Y_{cp} / Y_{av}	29,75	–	–		

Средняя ошибка аппроксимации
Average approximation error

X	Y	$Y(X)$	$ Y_i - Y(X) : Y_i$	Средняя ошибка аппроксимации Average approximation error
48 000	37	29,614	0,199	2,168470352
75 000	44	29,608	0,327	
141 800	27	–33,064	2,224	
154 000	11	–54,148	5,922	
Итого / Total			8,673	

Таблица 7. Количество ложных срабатываний с удельными весами, характеризующими их причины
Table 7. The number of false positives with specific weights characterizing their causes

Причины срабатываний АПС, СПИ ТРЦ 1 (Y1) Causes of FAS, FNS actuations SEC 1 (Y1)	X	Количество Quantity	Процент по причинам срабатывания Percentage by cause of activation
Запыленность ДПИ (попадание строительной пыли) Dustiness of the SA (ingress of construction dust)	X1	4	9,09
Неисправность АПС, СПИ FAS, FNS failure	X2	14	31,82
Приготовление пищи на плите Cooking on the cooker	X3	12	27,27
Проверка работоспособности СПИ обслуживающей организацией Verification of the FNS operability by the maintenance organization	X4	1	2,27
Умышленное срабатывание РПИ Deliberate triggering of the MFA	X5	1	2,27
Иные причины Another	X6	12	27,27
Итого Total	—	44	100,00
$Y1 = 0,0909 \cdot X1 + 0,3182 \cdot X2 + 0,2727 \cdot X3 + 0,0227 \cdot X4 + 0,0227 \cdot X5 + 0,2727 \cdot X6$			—
Причины срабатываний АПС, СПИ ТРЦ 1 (Y1) Causes of FAS, FNS actuations SEC 1 (Y1)	X	Количество Quantity	Процент по причинам срабатывания Percentage by cause of activation
Запыленность ДПИ (попадание строительной пыли) Dustiness of the SA (ingress of construction dust)	X1	2	7,41
Неисправность АПС, СПИ FAS, FNS failure	X2	10	37,04
Приготовление пищи на плите Cooking on the cooker	X3	4	14,81
Проверка работоспособности СПИ обслуживающей организацией Verification of the FNS operability by the maintenance organization	X4	0	0,00
Умышленное срабатывание РПИ Deliberate triggering of the MFA	X5	0	0,00
Иные причины Another	X6	11	40,74
Итого Total	—	27	100,00
$Y2 = 0,0741 \cdot X1 + 0,3704 \cdot X2 + 0,1481 \cdot X3 + 0,4074 \cdot X6$			—

Окончание табл. 7 / End of the Table 7

Причины срабатываний АПС, СПИ ТРЦ 1 (Y1) Causes of FAS, FNS actuations SEC 1 (Y1)	X	Количество Quantity	Процент по причинам срабатывания Percentage by cause of activation
Запыленность ДПИ (попадание строительной пыли) Dustiness of the SA (ingress of construction dust)	X1	0	0,00
Неисправность АПС, СПИ FAS, FNS failure	X2	11	29,73
Приготовление пищи на плите Cooking on the cooker	X3	14	37,84
Проверка работоспособности СПИ обслуживающей организацией Verification of the FNS operability by the maintenance organization	X4	2	5,41
Умышленное срабатывание РПИ Deliberate triggering of the MFA	X5	4	10,81
Иные причины / Another	X6	6	16,22
Итого / Total	—	37	100,00
$Y3 = 0,2973 \cdot X2 + 0,3784 \cdot X3 + 0,0541 \cdot X4 + 0,1081 \cdot X5 + 0,1622 \cdot X6$			—
Причины срабатываний АПС, СПИ ТРЦ 1 (Y1) Causes of FAS, FNS actuations SEC 1 (Y1)	X	Количество Quantity	Процент по причинам срабатывания Percentage by cause of activation
Запыленность ДПИ (попадание строительной пыли) Dustiness of the SA (ingress of construction dust)	X1	0	0,00
Неисправность АПС, СПИ FAS, FNS failure	X2	6	54,55
Приготовление пищи на плите Cooking on the cooker	X3	0	0,00
Проверка работоспособности СПИ обслуживающей организацией Verification of the FNS operability by the maintenance organization	X4	2	18,18
Умышленное срабатывание РПИ Deliberate triggering of the MFA	X5	0	0,00
Иные причины / Another	X6	3	27,27
Итого / Total	—	11	100,00
$Y4 = 0,5455 \cdot X2 + 0,1818 \cdot X4 + 0,2727 \cdot X6$			

батований с удельными весами (табл. 7), характеризующими их причины.

Заключение

В ходе проведенного анализа срабатываний АПС и СПИ в период с 2021 по 2023 г. на объектах массового пребывания людей были выявлены следующие причины срабатывания АПС, СПИ:

- запыленность ДПИ (попадание строительной пыли);
- умышленная активация РПИ;
- неисправность АПС, СПИ;
- нарушение технологического процесса;
- нарушения при проверке работоспособности СПИ обслуживающей организацией;
- иные причины.

Основная функция автоматической установки пожарной сигнализации — это обнаружение и передача сигнала о пожаре в самые короткие сроки [17]. Для бесперебойной и надежной работы необходимо обеспечение следующих мероприятий:

1. Установка пожарных извещателей, конструкция которых не допускает попадание пыли, насекомых и других посторонних частиц.

2. Регулярная очистка извещателей от пыли с последующей проверкой работоспособности.

3. Своевременное техническое обслуживание элементов автоматической установки пожарной сигнализации.

4. Монтаж и эксплуатация в соответствии с нормативными документами, в результате чего исключаются

факторы: помехи электромагнитного характера, попадание солнечных лучей и т.д.

5. Выбор типа пожарных извещателей в соответствии с характеристиками и технологическими процессами защищаемого помещения.

6. Контроль за соблюдением правил пожарной безопасности:

- не допускать курения;
- не допускать использование открытых источников огня и дыма;
- проводить инструктажи и беседы о правильном использовании систем противопожарной защиты [2].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сенько Д., Альшевский М. Проблемы оценки эффективности технических средств пожарной сигнализации и автоматики // Алгоритм безопасности. 2007. № 5. С. 50–51. EDN NXVMBJ.
2. Хафизов И.Ф., Краснов А.В., Хафизова Э.Г. Усовершенствование методики, определения частоты возникновения пожара для зданий различного класса функциональной пожарной опасности // Нефтегазовое дело. 2012. № 3. С. 179–182. URL: <https://ngdelo.ru/article/view/1821>
3. Рахматуллина Э.Ф., Пермьяков А.В. Прогнозирование площади загрязнения при авариях на трубопроводах, произошедших в результате коррозии // Междунар. научно-практич. конф., посвященная 75-летию горно-нефтяного факультета УГНТУ и 100-летию ученого Спивака Александра Ивановича : сб. мат. (23–24 ноября 2023 года) / под общ. ред. Ф.Н. Янгиров. Уфа : УНПЦ «Издательство УГНТУ», 2023. 339 с.
4. Шаровар Ф.И. Пожаропредупредительная автоматика: теория и практика предотвращения пожаров от маломощных загораний : монография. М. : Специнформатика-СИ, 2013. 556 с.
5. Klimczak T., Paś J., Duer S., Rosiński A., Wetoszka P., Bialek K. et al. Selected Issues Associated with the Operational and Power Supply Reliability of Fire Alarm Systems // Energies. 2022. No. 15 (22). P. 8409. DOI: 10.3390/en15228409
6. Zhang X., Qian K., Jing K., Yang J., Yu H. Fire detection based on convolutional neural networks with channel attention // Chinese Automation Congress, China. 2020. DOI: 10.1109/CAC51589.2020.9327309
7. Paś J., Klimczak T., Rosiński A., Stawowy M. The analysis of the operational process of a complex fire alarm systems used in transport facilities // Building Simulation. 2021. No. 15. Pp. 615–629. DOI: 10.1007/s12273-021-0790-y
8. Фёдоров А.В., Членов А.Н., Лукьянченко А.А., Буцынская Т.А., Демёхин Ф.В. Системы и технические средства раннего обнаружения пожара : монография. М. : Академия ГПС МЧС России, 2009. 155 с.
9. Членов А.Н., Фомин В.И., Буцынская Т.А., Демёхин Ф.В. Новые методы и технические средства обнаружения пожара. М. : Академия ГПС МЧС России, 2007. 175 с.
10. Yu-Chun Wen, Fa-Xin Yu, Xiao-Lin Zhou, Zhe-Ming Lu. A vector quantization based automatic fire detection system // Information Technology Journal. 2010. Vol. 9. Issue 4. Pp. 758–765. DOI: 10.3923/itj.2010.758.765
11. Turgay Celik, Hasan Demirel. Fire detection in video sequences using a generic color model // Fire Safety Journal. 2009. Vol. 44. Issue 2. Pp. 147–158. DOI: 10.1016/j.firesaf.2008.05.005
12. Zhang L., Wang G. Design and Implementation of Automatic Fire Alarm System based on Wireless Sensor Works // Proceedings of the International Symposium on Information Processing (ISIP'09). Huangshan, 2009. Pp. 410–413.
13. Rishika Yadav, Poonam Rani. Sensor based smart fire detection and fire alarm system // System Proceedings of the International Conference on Advances in Chemical Engineering (AdChE). 2020. DOI: 10.2139/ssrn.3724291
14. Jaime Lloret, Miguel Garcia, Diana Bri, Sandra Sendra. A Wireless Sensor Network Deployment for Rural and Forest Fire Detection and Verification // Sensors. 2009. No. 9 (11). Pp. 8722–47. DOI: 10.3390/s91108722
15. Членов А.Н., Фомин В.И., Буцынская Т.А., Демёхин Ф.В. Новые методы и технические средства обнаружения пожара. М. : Академия ГПС МЧС России, 2007. 175 с.
16. Членов А.Н., Буцынская Т.А., Дровникова И.Г., Фомин В.И. и др. Технические средства систем охранной и пожарной сигнализации. М. : Пожкнига, 2008. 253 с.

17. Хафизов И.Ф., Шевченко Д.И., Кудрявцев А.А., Мелюсёва И.А., Озден И.В. Современные тренажерные системы для оперативного персонала в нефтегазовой области // Нефтегазовое дело. 2022. № 3. С. 46–61. DOI: 10.17122/ogbus-2022-3-46-61

REFERENCES

1. Senko D., Alshevsky M. Problems of evaluating the effectiveness of technical means of fire alarm and automation. *Safety algorithm*. 2007; 5:50-51. EDN NXVMBJ. (rus).
2. Hafizov I.F., Krasnov A.V., Hafizova E.G. Improvement of the methodology for determining the frequency of fire occurrence for buildings of various classes of functional fire hazard. *Oil and Gas business*. 2012; 179-182. URL: <https://ngdelo.ru/article/view/1821> (rus).
3. Rakhmatullina E.F., Permyakov A.V. Forecasting the area of contamination in pipeline accidents caused by corrosion. *International Scientific and practical conference dedicated to the 75th anniversary of the Mining and Petroleum Faculty of USNTU and the 100th anniversary of scientist Alexander Ivanovich Spivak : collection of materials (November 23–24, 2023) / F.N. Yangirov*. Ufa, UNPC “Publishing House of USPTU”, 2023; 339. (rus).
4. Sharovar F.I. *Fire prevention automation: theory and practice of fire prevention from low-power fires : monograph*. Moscow, Specifomatika-SI, 2013; 556. (rus).
5. Klimczak T., Paś J., Duer S., Rosiński A., Wetoszka P., Bialek K. et al. Selected Issues Associated with the Operational and Power Supply Reliability of Fire Alarm Systems. *Energies*. 2022; 15(22):8409. DOI: 10.3390/en15228409
6. Zhang X., Qian K., Jing K., Yang J., Yu H. Fire Detection based on Convolutional Neural Networks with Channel Attention. *Chinese Automation Congress*. China, 2020. DOI: 10.1109/CAC51589.2020.9327309
7. Paś J., Klimczak T., Rosiński A., Stawowy M. The analysis of the operational process of a complex fire alarm systems used in transport facilities. *Building Simulation*. 2021; 15:615-629. DOI: 10.1007/s12273-021-0790-y
8. Fedorov A.V., Chlenov A.N., Lukyanchenko A.A., Butsynskaya T.A., Demekhin F.V. *Systems and technical means of early fire detection : monograph*. Moscow, Academy of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2009; 155. (rus).
9. Chlenov A.N., Fomin V.I., Butsynskaya T.A., Demekhin F.V. *New methods and technical means of fire detection*. Moscow, Academy of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2007; 175. (rus).
10. Yu-Chun Wen, Fa-Xin Yu, Xiao-Lin Zhou, Zhe-Ming Lu. A vector quantization based automatic fire detection system. *Information Technology Journal*. 2010; 9(4):758-765. DOI: 10.3923/itj.2010.758.765
11. Turgay Celik, Hasan Demirel. Fire detection in video sequences using a generic color model. *Fire Safety Journal*. 2009; 44(2):147-158. DOI: 10.1016/j.firesaf.2008.05.005
12. Zhang L., Wang G. Design and Implementation of Automatic Fire Alarm System based on Wireless Sensor Works. *Proceedings of the International Symposium on Information Processing (ISIP'09)*. Huangshan, 2009; 410-413.
13. Rishika Yadav, Poonam Rani. Sensor based smart fire detection and fire alarm system. *System Proceedings of the International Conference on Advances in Chemical Engineering (AdChE)*. 2020. DOI: 10.2139/ssrn.3724291
14. Jaime Lloret, Miguel Garcia, Diana Bri, Sandra Sendra. A Wireless Sensor Network Deployment for Rural and Forest Fire Detection and Verification. *Sensors*. 2009; 9(11):8722-47. DOI: 10.3390/s91108722
15. Chlenov A.N., Fomin V.I., Butsynskaya T.A., Demekhin F.V. *New methods and technical means of fire detection*. Moscow, Academy of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2007; 175. (rus).
16. Chlenov A.N., Butsynskaya T.A., Drovnikova I.G., Fomin V.I. et al. *Technical means of security and fire alarm systems*. Moscow, Pozhkniga, 2008; 253. (rus).
17. Hafizov I.F., Shevchenko D.I., Kudryavtsev A.A., Melyuseva I.A., Ozden I.V. Modern training systems for operational personnel in the oil and gas industry. *Oil and Gas business*. 2022; 3:46-61. DOI: 10.17122/ogbus-2022-3-46-61 (rus).

Поступила 14.11.2024, после доработки 04.12.2024;

принята к публикации 13.12.2024

Received November 14, 2024; Received in revised form December 4, 2024;

Accepted December 13, 2024

Информация об авторах

РАХМАТУЛЛИНА Элина Фанисовна, старший преподаватель кафедры математики, Уфимский государственный нефтяной технический университет (УГНТУ), Россия, 450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1; ORCID: 0009-0007-6980-2027; e-mail: rahmatullina_elina@mail.ru

Information about the authors

Elina F. RAKHMATULLINA, Senior Lecturer of Information Technology and Applied Mathematics, Ufa State Petroleum Technological University (USPTU), Kosmonavtov st., 1, Ufa, 450064, Russian Federation; ORCID: 0009-0007-6980-2027; e-mail: rahmatullina_elina@mail.ru

ПЕРМЯКОВ Арсений Владимирович, к.т.н., доцент кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», Уфимский государственный нефтяной технический университет (УГНТУ), Россия, 450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1; ORCID: 0009-0002-9332-2414; e-mail: senya2512@yandex.ru

ХАФИЗОВ Ильдар Фанилевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», Уфимский государственный нефтяной технический университет (УГНТУ), Академия наук Республики Башкортостан, Россия, 450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1; ORCID: 0000-0002-2638-9937; e-mail: ildar.hafizov@mail.ru

ХАФИЗОВ Фаниль Шамилевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», Уфимский государственный нефтяной технический университет (УГНТУ), Академия наук Республики Башкортостан, Россия, 450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1; ORCID: 0000-0001-6316-9725; e-mail: fanil150656@mail.ru

Вклад авторов:

Рахматуллина Э.Ф. — подбор и поиск материала для научной статьи; работа над написанием статьи.

Пермяков А.В. — обработка данных и усовершенствование методов обработки результатов.

Хафизов И.Ф. — научное редактирование текста статьи.

Хафизов Ф.Ш. — научное редактирование текста статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Arseniy V. PERMYAKOV, Cand. Sci. (Eng.), Assistant Professor of Fire and Industrial Safety Department, Ufa State Petroleum Technological University (USPTU), Kosmonavtov st., 1, Ufa, 450064, Russian Federation; ORCID: 0009-0002-9332-2414; e-mail: senya2512@yandex.ru

Ildar F. KHAFIZOV, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Ufa State Petroleum Technological University (USPTU), Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Kosmonavtov st., 1, Ufa, 450064, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-2638-9937; e-mail: ildar.hafizov@mail.ru

Fanil Sh. KHAFIZOV, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of Fire and Industrial Safety Department, Ufa State Petroleum Technological University (USPTU), Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Kosmonavtov st., 1, Ufa, 450064, Russian Federation; ORCID: 0000-0001-6316-9725; e-mail: fanil150656@mail.ru

Contribution of the authors:

Rakhmatullina E.F. — selection and search for material for a scientific article; worked on writing the article.

Permyakov A.V. — data processing and improvement of methods for processing results.

Khafizov I.F. — scientific editing of the article text.

Khafizov F.Sh. — scientific editing of the article text.

The authors declare no conflict of interest.