

О.Е. Иванюк¹, А.Д. Ищенко²

¹Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,

²Академия ГПС МЧС России; e-mail: adinko@mail.ru)

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЖАРНЫМИ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ И ЗРЕНИЯ

Анализируется зависимость последствий пожаров на объектах различных классов функциональной пожарной опасности от использования пожарными средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения.

Ключевые слова: пожар, средства индивидуальной защиты, класс функциональной пожарной опасности, экспертные оценки.

O.E. Ivanyuk, A.D. Ishchenko

ABOUT EFFECTIVENESS OF THE USE OF FIRE PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT OF RESPIRATORY AND EYESIGHT

The dependence of the consequences of fires on the objects of different classes of functional fire hazard from the use of firemen's of personal protective equipment respiratory and eyesight was analyzed.

Key words: fire, respiratory protective equipment, danger class, expert analysis.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 15 декабря 2015 г.

Опасными факторами пожаров в зданиях различных *классов функциональной пожарной опасности (КФПО)* являются повышенная концентрация токсичных продуктов горения, пониженная видимость в дыму и пониженная концентрация кислорода, что делает необходимым использование пожарными *средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (СИЗОД)* [2].

В последнее время условия работы пожарных в непригодной для дыхания среде изменились, так как различные отрасли народного хозяйства всё более насыщаются новыми и подчас чрезвычайно опасными веществами и материалами, особенно синтетическими и полимерными, при горении которых выделяются токсичные, опасные для жизни людей вещества. Концентрация отравляющих веществ уже в первые минуты пожара может быть выше предельной в 12-100 раз. Среднеобъемная температура в первые 5-6 мин. пожара может достичь 140-160 °С (безопасной для человека является температура до 60 °С). Скорость распространения дыма и отравляющих веществ очень большая (до 20 м/мин. по вертикали) [3]. От дыма и газов при пожарах в России ежегодно погибают около 10 тысяч человек, что составляет в среднем 74 % от общего числа погибших [4].

Наибольшую сложность при тушении пожаров на объектах энергетики создаёт задымление горящих и смежных с ними помещений. Фактором, лимитирующим нахождение пожарного в условиях воздействия опасных факторов пожара, является время защитного действия СИЗОД. Закономерно и оптимально, что оно должно превышать время тушения пожара. Когда же время действия средств защиты пожарных меньше времени тушения пожара, следует предусматривать дополнительные меры по их непрерывной защите на позициях подачи огнетушащих веществ при тушении пожара [5].

Вполне естественно, что это должно быть гармонизировано со своевременностью сосредоточения сил и средств для тушения пожара, поскольку речь идет об одном общем ресурсе – силах и средствах пожарно-спасательного гарнизона.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания применяются при тушении около 20 % пожаров. Вследствие этого сократилось время развития и увеличилось время локализации пожаров. Так, время от подачи стволов до момента локализации оценивается:

- до 0,5 часа – 20 % всех потушенных пожаров;
- от 0,5 до 1,0 часа – около 27 % всех потушенных пожаров.

Весьма показательным, что на фоне снижения числа пожаров возрастает применение пожарными средств защиты, обеспечивающих работу в условиях непригодной для дыхания среды (задымления) [4].

Минимизации последствий пожаров на различных объектах можно достичь своевременностью тушения пожара. Наряду с минимизацией времени начала тушения пожара, основополагающим для успешного выполнения задач по тушению является *непрерывность* тушения от момента подачи огнетушащего вещества до ликвидации пожара, что подразумевает своевременность сосредоточения необходимых сил и средств пожарной охраны в достаточном количестве для локализации пожара в тех размерах, которые он принял к моменту начала тушения.

Своевременность тушения пожара следует рассматривать как способность ликвидировать пожар имеющимися силами и средствами с возможно меньшими последствиями. От своевременности действий по тушению пожара зависит время распространения пожара и масштабы, которые он может принять. Соответственно, чем быстрее начнутся действия по тушению, тем меньше вероятность развития пожара в более крупный пожар. Таким образом, применение пожарными средств защиты органов дыхания и зрения влияет на последствия пожара.

В этой связи возникает потребность в оценке возможного ущерба от пожаров в зданиях *при применении пожарными средств защиты* органов дыхания и зрения и без их применения в предположении, что эвакуация людей из угрожаемых зданий проведена своевременно [3].

Подобную оценку можно провести с использованием экспертных методов, так как отсутствует полная статистическая информация по характеристикам объекта исследования.

В настоящее время экспертные оценки являются сформировавшимся научным методом решения сложных неформализуемых проблем [6]. Классические экспертные методы предлагают сравнительную оценку значимости нескольких факторов (показателей, объектов и т.п.) группой специалистов (экспертов). По результатам их опроса оцениваемые факторы ранжируются (расставляются в порядке значимости), а согласованность мнений проверяется по критерию конкордации [7].

Тем не менее, использовать напрямую классические экспертные методы при оценке влияния применения СИЗОД при тушении пожаров не представляется возможным. В этой связи авторами настоящей статьи предложен адаптированный подход. Экспертам (пожарным с большим опытом работы) предлагалось оценить определенное число пожаров в различных помещениях зданий КФПО Ф1-Ф5 и ответить на вопрос: "Во сколько раз увеличится площадь пожара без использования СИЗОД, если известна площадь пожара на момент прибытия первого пожарного подразделения?".

При отборе специалистов в экспертную группу учитывались:

- стаж службы в пожарной охране;
- образование;
- стаж на оперативных должностях в пожарной охране;
- стаж использования СИЗОД за время службы в пожарной охране;
- наработка в СИЗОД при тушении пожаров за истекший год;
- стаж руководства тушением пожаров (допуск к самостоятельному выезду в качестве руководителя тушения пожара).

При оценке возможного увеличения площади уничтоженной пожаром было принято допущение, что площадь пожара, как правило, пропорциональна причиненному пожаром ущербу. Подобный подход был апробирован на примере статистических данных по тушению пожаров с использованием СИЗОД в г. Санкт-Петербурге.

Для объективного прогнозирования сделана выборка произошедших пожаров на социально значимых объектах, при этом было учтено количество пожаров, размер причинённого ущерба площадь пожара.

В табл. 1 приведены данные о количестве пожаров в зданиях различных КФПО, которые предлагалось анализировать экспертам.

Таблица 1

Число исследуемых пожаров в зданиях различных классов функциональной пожарной опасности

Здания классов функциональной пожарной опасности	Ф1, Ф2	Ф3	Ф4	Ф5
Число исследуемых пожаров	130	9	7	30

Экспертные оценки проводили шесть высококвалифицированных экспертов ($N = 6$), каждый из которых дал оценку кратности K возможного увеличения площади пожара, по сравнению с исходной, если бы СИЗОД при тушении пожаров не применялись. Поскольку величина K_i , определённая i -м экспертом, может отличаться от величины K_j , определённой другим j -м экспертом,

то результаты обрабатывались методами математической статистики [8]. При этом определялись, прежде всего, математическое ожидание Mt и дисперсия D для каждого рассмотренного пожара:

$$Mt = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N K_i; \quad (1)$$

$$D = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (K_i - Mt)^2. \quad (2)$$

Согласованность мнений экспертов оценивалась с использованием коэффициента вариации [9]:

$$Kv = \frac{\sqrt{D}}{Mt}. \quad (3)$$

При этом были определены весовые коэффициенты для оценки согласованности мнений экспертов по каждому пожару:

$$w = \frac{1}{1 + Kv}. \quad (4)$$

Очевидно, что при полной согласованности мнений экспертов, когда $Kv = 0$, то $w = 1$. При различии во мнениях экспертов – $Kv \rightarrow \infty$, а $w = 0$. В табл. 2 приведены величины Kv и w по результатам экспертных оценок.

Таблица 2

Коэффициенты	Результаты обработки экспертных оценок			
	Для зданий различных классов функциональной пожарной опасности			
	Ф1, Ф2	Ф3	Ф4	Ф5
Kv	0÷0,41	0÷0,28	0,11÷0,40	0,10÷0,37
w	0,71÷1,0	0,78÷1,0	0,71÷0,90	0,73÷0,91

Можно сделать вывод, что мнения экспертов о возрастании площади пожара при исключении применения СИЗОД являются вполне согласованными – весовые коэффициенты оценок не менее 0,71.

Следующим этапом обработки результатов экспертных оценок роста площади пожаров при исключении применения СИЗОД может быть построение статистических характеристик применительно к зданиям различных КФПО, а именно, определение математических ожиданий Mt и коэффициентов вариации Kv , асимметрии As и эксцесса Ex с учётом весовых коэффициентов $\{w\}$ [8]:

$$Mt_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_j K_j}{\sum_{j=1}^n w_j}, \quad (5)$$

$$Kv_i = \frac{\sqrt{\mu_{2i}}}{Mt_i}, \quad (6)$$

$$As_i = \frac{\mu_{3i}}{\mu_{2i}^{1,5}}, \quad (7)$$

$$Ex_i = \frac{\mu_{4i}}{\mu_{2i}^2} - 3, \quad (8)$$

где μ_{ki} – центральный момент k -го порядка экспертной оценки для зданий i -го КПФО;

n – число оценённых пожаров (для зданий КПФО Ф1, Ф2 $n = 130$; Ф3 $n = 9$; Ф4 $n = 7$; Ф5 $n = 30$).

Величины $\{\mu_{ki}\}$ определяются из выражений:

$$\mu_{ki} = \frac{\sum_{j=1}^n w_j (K_j - Mt_i)^k}{\sum_{j=1}^n w_j}, \quad k = 2, 3, 4. \quad (9)$$

В табл. 3 приведены вычисленные по выражениям 5-8 величины Mt_i , Kv_i , As_i и Ex_i . Как следует из этих данных, совпадения ни с одним из известных законов распределения не выявлены [9].

Таблица 3

**Значения коэффициентов обработки результатов экспертных оценок
роста площади пожаров при исключении применения СИЗОД**

Коэффициенты	Для зданий различных классов функциональной пожарной опасности			
	Ф1, Ф2	Ф3	Ф4	Ф5
Mt_i	12,1	3,76	26,7	18,8
Kv_i	1,47	0,603	1,24	1,25
As_i	3,24	0,322	0,923	1,84
Ex_i	11,3	-2	-0,893	2,3

На основании полученных данных о возможном увеличении площади, уничтоженной пожаром, рассчитанном методом экспертных оценок, и средней стоимости одного квадратного метра вышеуказанной площади имеется возможность оценить материальный ущерб при тушении пожара без организации работ в непригодной для дыхания среде.

Выводы

Методом экспертных оценок установлена прямая зависимость возможного увеличения площади, уничтоженной пожаром, от проведения пожарными работ в непригодной для дыхания среде.

Проведён расчёт увеличения площади, уничтоженной пожаром, в случае его ликвидации без проникновения пожарных в непригодную для дыхания среду с использованием индивидуальных средств защиты органов дыхания. По результатам экспертных оценок возрастания площади пожаров в зданиях различных классов функциональной пожарной опасности показано, что площадь пожаров может возрасти от 3,76 до 26,7 раз.

На основании полученных данных о возможном увеличении площади, уничтоженной пожаром, рассчитанном методом экспертных оценок, и среднего ущерба для одного квадратного метра уничтоженной и поврежденной пожаром площади можно оценить материальный ущерб в случае тушения пожара без организации работ в непригодной для дыхания среде.

Сопоставление полученных результатов с необходимыми и достаточными затратами на материально-техническое обеспечение пожарной охраны для обеспечения работ в непригодной для дыхания среде даст возможность выявить прямую зависимость роста ущерба от этого вида работ.

В дальнейшем данное соотношение может явиться основой для обоснования подходов к затратам на обеспечение тушения пожаров в условиях непригодной для дыхания среды, как наиболее результативного и в то же время опасного способа минимизации последствий пожаров.

Литература

1. **Технический** регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон РФ от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ.

2. **Правила** проведения личным составом федеральной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде: Приказ МЧС России от 9 января 2013 г. № 3.

3. **Таранцев А.А.** Методы расчёта времени эвакуации людей из зданий и сооружений: учебное пособие. СПб.: СПбУ ГПС МЧС России, 2011.

4. **Пожары** и пожарная безопасность в 2014 году: статистический сборник / Под общей редакцией А.В. Матюшина. М.: ВНИИПО МЧС России, 2015. 124 с.

5. **Ищенко А.Д.** О некоторых особенностях организации деятельности местных гарнизонов пожарной охраны // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации: сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции: в 2 ч. Ч. 2. М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. 251 с.

6. **Литвак Б.Г.** Экспертные технологии в управлении. М.: изд-во "Дело", 2004.

7. **Жигилей В.С.** Основы теории планирования многофакторных испытаний: учебное пособие. Л.: ВИКА им. А.Ф. Можайского, 1982.

8. **Хан Г., Шапиро С.** Статистические модели в инженерных задачах. М.: Мир, 1999.

9. **Таранцев А.А.** Случайные величины и работа с ними: учебное пособие. Изд. 2-е. СПб.: изд. дом "Петрополис", 2011.