УДК 614.84

ЧАСТОТНЫЙ АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ (на примере образовательных учреждений Удмуртской Республики)

THE FREQUENCY ANALYSIS OF FIRE SAFETY OF PUBLIC BUILDINGS (The example of educational institutions of the Udmurt Republic)

Д.М. Варламова, *ассистент,*
В.М. Колодкин, *директор института гражданской защиты, профессор, д-р техн. наук,*
Удмуртский государственный университет

D.M. Varlamova, *assistant,*
V.M. Kolodkin, *director of the Institute of Civil Protection, Professor, Doctor of Technical Sciences,*
The Udmurt State University

e-mail: dina83_04@mail.ru; kolodkin@rintd.ru

Для оценки частоты возникновения пожара в общественных зданиях разработана регрессионная модель на основе трех факторов, влияющих на частоту пожара: огнестойкость здания; износ здания (электропроводка, отопительное оборудование); климатические факторы (среднегодовая температура воздуха). На основе данной модели была проведена оценка частоты возникновения пожаров в 100 школах Удмуртской Республики, выделены образовательные учреждения, которые в меньшей степени защищены от пожара.

The regression model for the estimation of frequency of occurrence of fire in public buildings was developed on the basis of the three factors influencing the frequency of fires: fire resistance of a building; deterioration of a building (electroconducting, the heating equipment); climatic factors (mid-annual temperature of air). On the basis of the given model the estimation of frequency of occurrence of fires at 100 schools of the Udmurt Republic was carried out, the educational institutions which are to a lesser degree protected from a fire were allocated.

Ключевые слова: частота возникновения пожара (frequency of occurrence of fire); факторы, влияющие на частоту возникновения пожара (factors influencing the frequency of occurrence of fire)

Согласно статистике, пожары в общественных зданиях (ОЗ) происходят чаще, чем пожары на промышленных предприятиях, и составляют примерно 7% от общего количества пожаров в Российской Федерации. На пожарах в общественных зданиях погибает в среднем от 6 до 7% всех погибших на пожарах.

В целях определения соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности в порядке, установленном Федеральным законом «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и нормативными правовыми актами Российской Федерации, следует проводить оценку пожарного риска. Согласно методике [1], расчетная величина индивидуального пожарного риска $Q_в$ в каждом здании рассчитывается по формуле:

$$Q_в = Q_п \cdot (1 - R_{ап}) \cdot P_{пр} \cdot (1 - P_э) \cdot (1 - P_{пп}), \qquad (1)$$

где $Q_п$ – частота возникновения пожара в здании в течение года;

$R_{ап}$ – вероятность эффективного срабатывания установок автоматического пожаротушения (далее – АУПТ);

$P_{пр}$ – вероятность присутствия людей в здании определяемая из соотношения $P_{пр} = \frac{t_{функц}}{24}$ ($t_{функц}$ – время нахождения людей в здании в часах)

$P_э$ – вероятность эвакуации людей;

$P_{пз}$ – вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре.

Одним из показателей, входящих в оценку пожарного риска, является частота возникновения пожара в здании. Значения частот возникновения пожара в общественных зданиях различного функционального назначения представлены в [1]. Приведенные частоты есть результат усреднения статистических данных по возникновению пожаров в зданиях определенного функционального назначения для всей территории России. Но при решении ряда задач (например, ранжирование объектов одного функционального назначения по уровню пожарной опасности) требуется уточнение значения частоты возникновения пожара.

При анализе причин возникновения пожара к одной из главных причин относится высокая степень износа оборудования (электропроводка, отопительное оборудование). Во многих ОЗ электропроводка не обновлялась и не менялась с момента постройки здания. Наибольшее количество пожаров от данной причины происходит зимой в результате нарушения правил пожарной безопасности при эксплуатации отопительных приборов, а также неисправности или перегрузке электропроводки.

Некоторые учреждения расположены в деревянных зданиях и имеют печное отопление. Пожар в таких зданиях происходит при неисправности печей и дымоходов, их неправильном устройстве или эксплуатации.

Рассмотрев основные причины пожаров в общественных зданиях, можно выделить следующие **факторы, влияющие на частоту возникновения пожара**:

– огнестойкость здания (под огнестойкостью понимают способность конструктивных элементов зданий сохранять прочность в условиях пожара) μ_1;

– износ здания (электропроводка, отопительное оборудование) μ_2;

– климатические факторы μ_3.

Для оценки частоты возникновения пожара разработана регрессионная модель. Если Q_n – оценка математического ожидания частоты возникновения пожара в здании в расчете на одного человека в течение года, а μ_i – факторы, определяющие частоту, то, раскладывая $Q_n \cdot \mu_i$ в ряд относительно точки математического ожидания факторов и ограничиваясь первыми членами разложения, имеем:

$$Q_n = Q_n(<\mu_i>) + \sum_{i=1}^{n} \beta_i \left(\frac{\mu_i}{<\mu_i>} - 1\right);$$
$$\beta_i = \frac{\partial Q_n}{\partial \mu_i} \cdot <\mu_i>. \qquad (2)$$

В этих выражениях:

$<\mu_i>$ – математическое ожидание значения i-го фактора ($i = 1, 2, ..., n$);

$Q_n <\mu_i>$ – значение частоты в точке математического ожидания значений факторов, которое можно аппроксимировать значением $<Q_n>$.

Величина $<Q_n>$ определяется функциональным назначением здания. В первом приближении значение частоты варьируется в пределах K при максимальной вариации значений факторов. Производная, входящая в выражение для β_i, определяется как:

$$\frac{\partial Q_n}{\partial \mu_i} = \frac{K \cdot <Q_n>}{n \cdot (\mu_{max} - \mu_{min})}. \qquad (3)$$

Для каждой характеристики разработаны алгоритмы их количественной оценки. Выбрана шкала изменения основных факторов, влияющих на частоту возникновения пожара так, чтобы значения факторов μ_i изменялись от 0 до 1, т.е. $\mu_{max} = 1$, $\mu_{min} = 0$.

Количественные значения факторов оценивались с помощью индексного (балльного) метода [2].

Математическое ожидание значения i-го фактора определяется по формуле:

$$<\mu_i> = \frac{\sum_{j=1}^{N} \mu_{ij}}{N-1},$$

где i – факторы, влияющие на частоту возникновения пожара;

N – число общественных зданий, шт.;

μ_{ij} – числовые значения факторов, влияющих на частоту возникновения пожара в общественном здании j.

По огнестойкости (μ_1) строительные конструкции здания делят на пять степеней. Группы возгораемости и минимальные пределы огнестойкости основных строительных конструкций устанавливаются по СНиП 2.01.02-85* [3]. В соответствии с группами определены количественные значения, влияющие на уровень пожарной безопасности (табл. 1).

Степень износа электропроводки, отопительного оборудования, встроенного в здание, μ_2, определяется на основе износа здания путем соотношения срока службы здания ($T_з$) на нормативный срок службы ($T_н$) [4]:

$$\mu_2 = \frac{T_з}{T_н}.$$

В качестве климатического фактора рассматривалась среднегодовая температура воздуха, которая зависит от района расположения здания.

Таблица 1

Количественные значения групп огнестойкости основных строительных конструкций

Тип здания	Огнестойкость основных строительных конструкций	Количественное значение фактора μ_1
Здания капитальные с железобетонным или металлическим каркасом, с заполнением каменными материалами	I	0,00–0,20
Здания капитальные со стенами из штучных камней или крупноблочные	II	0,21–0,40
Здания со стенами из облегченной каменной кладки	III	0,41–0,60
Здания со стенами из облегченной каменной кладки; колонны и столбы кирпичные или деревянные, перекрытия деревянные	IV	0,61–0,80
Здания деревянные с бревенчатыми или брусчатыми рубленными стенами	V	0,81–1,00

Таблица 2

Количественные значения фактора μ_3 по среднегодовым температурам воздуха

Среднегодовая температура воздуха, °С	Количественное значение фактора μ_3
+20 : +11	0,00–0,15
+10 : 0	0,16–0,30
–1 : –10	0,31–0,45
–11 : –20	0,46–0,60
–21 : –30, +21 : +30	0,61–0,75
–31 : ..., +31 : ...	0,76–1,00

В соответствии с температурой воздуха определены количественные значения (табл. 2).

Данный алгоритм позволяет оценить частоту возникновения пожара в зависимости от характеристик здания, а также, изменяя значения характеристик здания, сравнить частоты возникновения пожара, определить «слабые» стороны здания и предпринять своевременные меры по противопожарной безопасности здания.

Алгоритм оценки частоты возникновения пожара в общественных зданиях реализован в виде Интернет-ресурса «Частотный анализ» (далее – Сервис) http://rintd.ru/freqa. Он предназначен для оценки частоты возникновения пожара в общественных зданиях в зависимости от характеристик здания. Сервис разработан на основе языков программирования HTML, JavaScript и состоит из двух HTML-страниц: главная страница, настройка.

Главная страница предназначена для ввода характеристики здания (функциональное назначение, тип здания, износ пожароопасного оборудования здания). **Настройка** предназначена для ввода допустимого интервала варьирования частоты возникновения пожара и ожидаемых характеристик здания.

Первоначальная настройка численных значений параметров Сервиса выполнена разработчиками. При необходимости предусмотрен возврат к значениям, предложенным разработчиками. Допустимый интервал варьирования частоты равен 0,1. Пользователю дана возможность изменить значения в режиме настройки Сервиса (допустимый интервал варьирования частот и значения ожидаемых характеристик здания), сохранить значения и вернуться на главную страницу.

Пользователь начинает работу на главной странице с ввода информации по объекту:

– функциональное назначение здания.;

– тип здания;

– год постройки здания или год капитального ремонта здания;

– количество людей в здании, чел.;

– среднегодовая температура воздуха, °С.

Затем выполняется расчет и результаты отображаются в новом окне. Также выводится статистическое значение частоты возникновения пожара в общественном здании, что позволяет сравнить полученное значение частоты со статистическим и сделать выводы по пожарной безопасности общественного здания.

Сервис был применен при оценке частоты возникновения пожара в результате выполнения работы по оценке пожарных рисков в образовательных учреждениях.

В качестве примера было проанализировано 100 зданий образовательных учреждений, расположенных в границах одной территориальной зоны (в Удмуртской Республике). Для определения математического ожидания значения факторов рассмотрены данные по типу здания и сроку службы зданий. Климатический фактор при оценке частоты возникновения пожара не учитывался в связи с тем, что все образовательные учреждения находятся в одном климатическом поясе и перепад температур отсутствует. Ниже представлены данные по количеству образовательных учреждений и количественному значению огнестойкости строительных конструкций зданий общеобразовательных учреждений (табл. 3).

Исходя из полученных значений, математическое ожидание значения первого фактора равно $\langle \mu_1 \rangle = 0,478$. Также проанализированы данные по срокам службы образовательных учреждений и проведено сравнение с нормативными сроками службы [4], исходя из типа здания. Определив

Таблица 3

Огнестойкость образовательных учреждений Удмуртской Республики

Количественное значение огнестойкости строительных конструкций	0–0,2	0,21–0,4	0,41–0,6	0,61–0,8	0,81–1,0
Количество образовательных учреждений, шт	19	48	9	20	4

износ оборудования в каждом здании, было получено математическое ожидание значения второго фактора $<\mu_2> = 0,28$.

Применив данные показатели, была проведена оценка частоты возникновения пожаров в 100 образовательных учреждениях. На рисунке представлены распределение частот возникновения пожара в образовательных учреждениях и статистическое значение частоты возникновения пожара в общеобразовательных учреждениях (школа, школа-интернат, детский дом, лицей, гимназия, колледж), равное $4,16 \cdot 10^{-5}$ (в расчете на одного учащегося) [1].

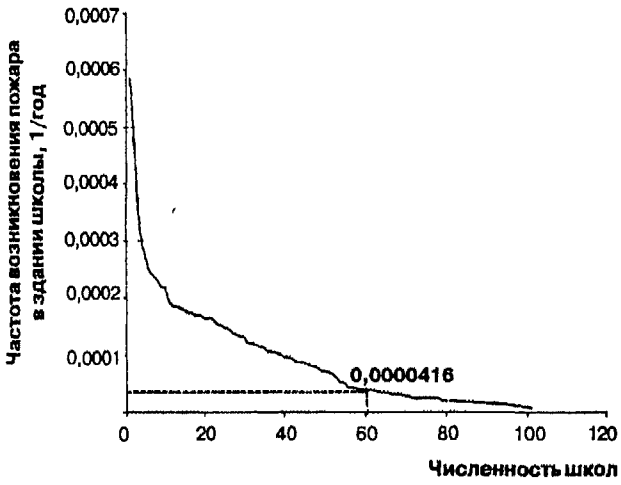

Рисунок Распределение частоты возникновения пожара в образовательных учреждениях Удмуртской Республики

Сравнив полученные результаты со статистическим значением частоты возникновения пожара в общеобразовательных учреждениях Удмуртской Республики, на рисунке видно, что частота возникновения пожара примерно в 60 общеобразовательных учреждениях из 100 превышает статистическое значение частоты. Основным фактором, влияющим на частоту возникновения пожара, является износ электропроводки, отопительного оборудования.

Детальный анализ показал, что наибольшая частота возникновения пожара равна $5,83 \cdot 10^{-4}$ (в расчете на одного учащегося) Характеристика школы: здание деревянное с бревенчатыми рублеными стенами, срок службы здания – 97 лет с момента постройки, оснащенность автоматическими системами пожаротушения – 0%. Нормативный срок службы деревянных зданий равен 50 годам [4].

Наименьшая частота возникновения пожара равна $7,14 \cdot 10^{-6}$ (в расчете на одного учащегося). Характеристика школы: здание капитальное с железобетонным каркасом, с заполнением каменными материалами; срок службы здания – 1 год с момента постройки; оснащенность автоматическими системами пожаротушения – 100%. Износ здания составляет 0,6%, нормативный срок службы здания данного типа равен 175 годам [4]

Полученные результаты позволят выделить наиболее пожароопасные здания образовательных учреждений и своевременно принять меры по устранению возможных причин возникновения пожара исходя из характеристики здания.

Список литературы

1. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности Приложение к приказу МЧС России от 30 06 2009 № 382
2. ***Якуш С.Е.*** Анализ пожарных рисков Часть I: Подходы и методы / С Е Якуш, Р.К Эсманский // Проблемы анализа риска – 2009. – Т. 6 – № 3. – С. 8–27.
3. СНиП 2.01.02-85* Строительные нормы и правила. Противопожарные нормы. Введены с 01 04.1987 г.
4 ВСН 53-86 (р) Правила оценки физического износа жилых зданий. Утв. приказом Госстроя СССР от 24 декабря 1986 г № 446)

Сергей Шойгу: О необходимости введения в России системы обязательного противопожарного страхования

1. «Надо идти по пути, давно уже пройденному нашими коллегами практически во всех странах. Это путь нормального цивилизованного отношения к собственности и к человеческой жизни. Это путь обязательного страхования».

2. «Ключевое условие сегодняшнего нашего развития – это необходимость изменить отношение к фундаментальным вопросам собственности и человеческой жизни».

3. «Человек не должен оставаться брошенным и незащищенным, если он не по своей вине получил ущерб при возгорании».

4. «Почему в других цивилизованных странах добровольных пожарных больше, чем государственных? Потому, что есть закон и быть добровольным пожарным престижно».

5. «Деньги, которые будут собираться от добровольного страхования, должны пойти в т.ч. на содержание добровольной пожарной охраны».

6. «Чем выше риски, тем больше будет взнос при страховании».

7. «Я абсолютно уверен, что механизм страхования скоро начнет действовать».