

## Сервис «Частотный анализ пожарной безопасности в общественных зданиях»

Сервис предназначен для оценки частоты возникновения пожара в общественных зданиях.

Результаты расчетов представляются в виде:

- 1) уточненной частоты возникновения пожара в общественном здании;
- 2) Статистической частоты возникновения пожара в общественном здании.

### Алгоритм работы:

1. Вводится информация об общественном здании:
  - наименование здания;
  - функциональное назначение здания;
  - характеристика здания;
  - количество лет, прошедших с момента постройки здания или с момента последнего капитального ремонта;
  - количество людей в здании;
  - месторасположение здания (среднегодовая температура воздуха) (при выборе пункта «другое», вводятся данные, отсутствующие в общем списке (наименование населенного пункта, в котором расположено здание и среднегодовая температура воздуха)).
2. Формируются результаты расчета.

### Регрессионная модель оценки частоты возникновения пожара:

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  $\mu_i$  – факторы, определяющие частоту, то раскладывая  $Q_n(\mu_i)$  в ряд относительно точки математического ожидания факторов и ограничиваясь первыми членами разложения, имеем

$$Q_n = Q_n(\langle \mu_i \rangle) + \sum_{i=1}^n \beta_i \left( \frac{\mu_i}{\langle \mu_i \rangle} - 1 \right), \quad \beta_i = \frac{\partial Q_n}{\partial \mu_i} \cdot \langle \mu_i \rangle. \quad (1)$$

В этих выражениях:  $\langle \mu_i \rangle$  - математическое ожидание значения  $i$ -ого фактора ( $i = 1, 2, \dots, n$ );  $Q_n(\langle \mu_i \rangle)$  - значение частоты в точке математического ожидания значений факторов, которое можно аппроксимировать значением  $\langle Q_n \rangle$ . Величина  $\langle Q_n \rangle$  определяется функциональным назначением здания. В первом приближении значение частоты варьируется в пределах  $K$  при максимальной вариации значений факторов. Производная, входящая в выражение для  $\beta_i$ , приближается выражением -

$$\frac{\partial Q_n}{\partial \mu_i} = \frac{K \cdot \langle Q_n \rangle}{n \cdot (\mu_{\max} - \mu_{\min})}. \quad (2)$$

- В качестве факторов рассмотрены следующие характеристики:
- огнестойкость здания (под огнестойкостью понимают способность конструктивных элементов зданий сохранять прочность в условиях пожара),  $\mu_1$ ;
  - износ здания (электропроводка, отопительное оборудование),  $\mu_2$ ;
  - климатические факторы,  $\mu_3$ .

Для каждой характеристики разработаны алгоритмы их количественной оценки. Выбрана шкала изменения основных факторов, влияющих на частоту возникновения пожара так, чтобы значения факторов  $\mu_i$  изменялись от 0 до 1, то есть  $\mu_{\max} = 1, \mu_{\min} = 0$ . Количественные значения факторов оценивались с помощью индексного (бального) метода [1].

Математическое ожидание значения  $i$ -ого фактора определяется по

формуле:  $\langle \mu_i \rangle = \frac{\sum_{j=1}^N \mu_{ij}}{N-1},$

где  $i$  – факторы, влияющие на частоту возникновения пожара;

$N$  – число общественных зданий, шт.;

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

По огнестойкости ( $\mu_1$ ) строительные конструкции здания делят на пять степеней. Группы возгораемости и минимальные пределы огнестойкости основных строительных конструкций устанавливаются по СНиП 2.01.02-85\* [2]. В соответствии с группами определены количественные значения, влияющие на уровень пожарной безопасности (табл. 1).

**Таблица 1.** Количественные значения групп огнестойкости основных строительных конструкций

Огнестойкость основных строительных конструкций	Типы зданий	Количественное значение фактора $\mu_1$
I	1) Каркасные, с железобетонным или металлическим каркасом, с заполнением каркаса каменными материалами. 2) Здания особо капитальные, с каменными стенами из штучных камней или крупноблочные; колонны и столбы – железобетонные или кирпичные; перекрытия – железобетонные или каменные своды по металлическим балкам. 3) С каменными стенами из	0 - 0,2

	штучных камней или крупноблочные; колонны и столбы – железобетонные или кирпичные; перекрытия – железобетонные или каменные своды по металлическим балкам.	
II	Со стенами облегченной (каменной) кладки; колонны или столбы – железобетонные; перекрытия – деревянные.	0,21 - 0,4
III	Со стенами облегченной (каменной) кладки; колонны или столбы – кирпичные или деревянные; перекрытия – деревянные.	0,41 - 0,6
IV	1) Деревянные, с бревенчатыми или брусчатыми рубленными стенами. 2) Деревянные, каркасные, щитовые.	0,61 - 0,8
V	1) Камышитовые или прочие облегченные здания. 2) Палатки, павильоны, ларьки и другие облегченные здания торговых организаций	0,81 - 1,0

Характеристика фактора  $\mu_1$  определяется на основе нормативного документа [2].

Степень износа электропроводки, отопительного оборудования, встроенного в здание,  $\mu_2$ , определяется на основе износа здания путем соотношения срока службы здания ( $T_z$ ) на нормативный срок службы ( $T_n$ ) [3]:

$$\mu_2 = \frac{T_z}{T_n}.$$

В качестве климатического фактора рассматривалась среднегодовая температура воздуха, которая зависит от района расположения здания. Среднегодовая температура воздуха устанавливается согласно СНиП 23-01-99 Строительные нормы и правила Российской Федерации (Строительная климатология).

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

**Таблица 2.** Количественные значения по среднегодовым температурам воздуха

Среднегодовая температура воздуха, °С	Количественное значение фактора $\mu_3$
0,1 : +5	0 – 0,25
-5 : 0	0,26 – 0,5
+5,1 : +10, -5,1 : -10	0,51 – 0,75

+10,1 и выше; -10,1 и ниже	0,76 – 1,0
----------------------------	------------

Значение фактора  $\mu_3$  определяется на основе таблицы 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.

#### **Литература:**

1. Якуш С.Е., Эсманский Р.К. Анализ пожарных рисков. Часть I: Подходы и методы // Проблемы анализа риска, том 6, 2009, № 3. Стр. 8 - 27.
2. СНиП 2.01.02-85\* Строительные нормы и правила. Противопожарные нормы. Дата введения 1987-01-01.
3. ВСН 53-86 (р) Правила оценки физического износа жилых зданий (утв. приказом Госстроя СССР от 24 декабря 1986 г. N 446).