

Для определения количества сценариев используются критерии значимости (опасности) каждого отдельного сценария.

#### **Критерии выбора наиболее пожароопасного сценария:**

1. По количеству блокируемых эвакуационных выходов.

2. По наиболее опасному фактору пожара:

*Q) по мощности тепловыделения;*

*T) по токсичности;*

*S) по дымообразующей способности;*

*V) по распространению огня;*

*F) по искрообразующей способности.*

3. По контингенту людей и характеру их передвижения:

*M1) Люди пенсионного возраста, люди с детьми дошкольного возраста, беременные женщины, люди с нарушением слуха;*

*M2) Незрячие, престарелые, люди с нарушением опорно-двигательного аппарата, передвигающиеся без дополнительных опор;*

*M3) Люди, передвигающиеся с дополнительными опорами, инвалиды, люди с нарушением вестибулярного аппарата;*

*M4) Люди, передвигающиеся самостоятельно без использования нижних конечностей;*

*НМ) Немобильные, лежащие, которых можно транспортировать (можно спасти);*

*НТ) Нетранспортабельные, лежащие, которых невозможно транспортировать (нельзя спасти);*

*НО) Люди с ограниченной степенью свободы, в том числе люди с психическими отклонениями.*

4. По признакам предельных состояний строительных конструкций:

*R) потеря несущей способности;*

*E) потеря целостности;*

*I) потеря теплоизолирующей способности;*

*S) потеря газодымопроницаемости.*

#### **Критерии выбора очага пожара:**

1. По количеству блокируемых путей эвакуации.

2. По классу пожарной и/или взрывопожарной опасности помещений:

*A) по пожароопасности со значительной взрывоопасностью;*

*B) по пожароопасности с умеренной взрывоопасностью;*

*B1) по высокой пожароопасности;*

*B2) по умеренной пожароопасности;*

*B3) по средней пожароопасности.*

3. По составу горючей нагрузки:

*а) ТГМ;*

*б) ГГ;*

*в) ЛВЖ;*

*г) ГЖ;*

*д) Пыли.*

**Множество всех сценариев, которые подлежат рассмотрению при моделировании пожара, можно представить в виде мультинома, исключающего взаимосочетания полиномов:**

$$\sum_{k=0}^n \frac{n!}{(k!) \cdot (n-k)!} \cdot a^{n-k} \cdot b^k$$

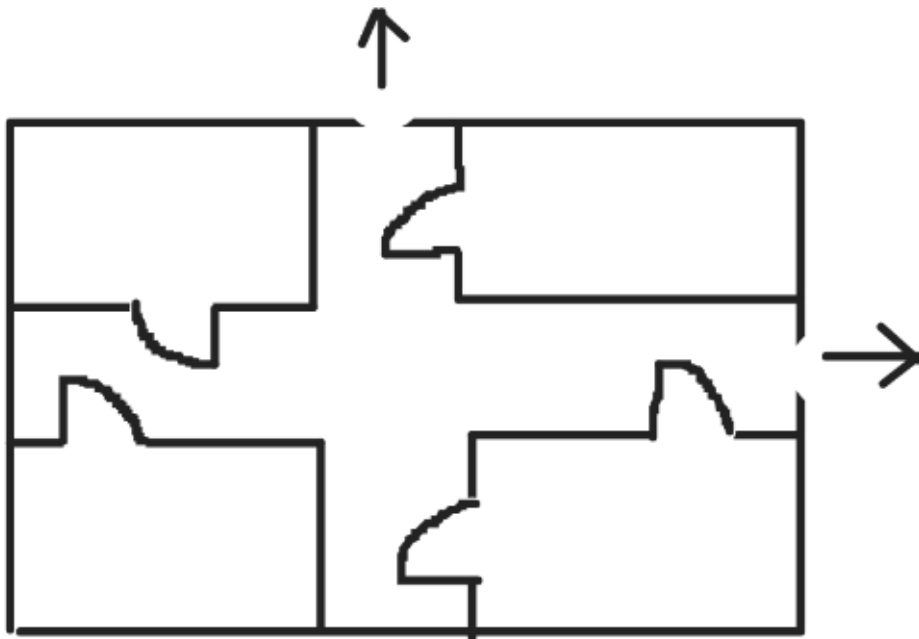
где, k - число событий (операнд),

n - сумма возможных комбинаций критериев или количество событий, инициирующих пожароопасную ситуацию, не являющихся взаимосочетаемыми ( $ab \neq ba$ ),

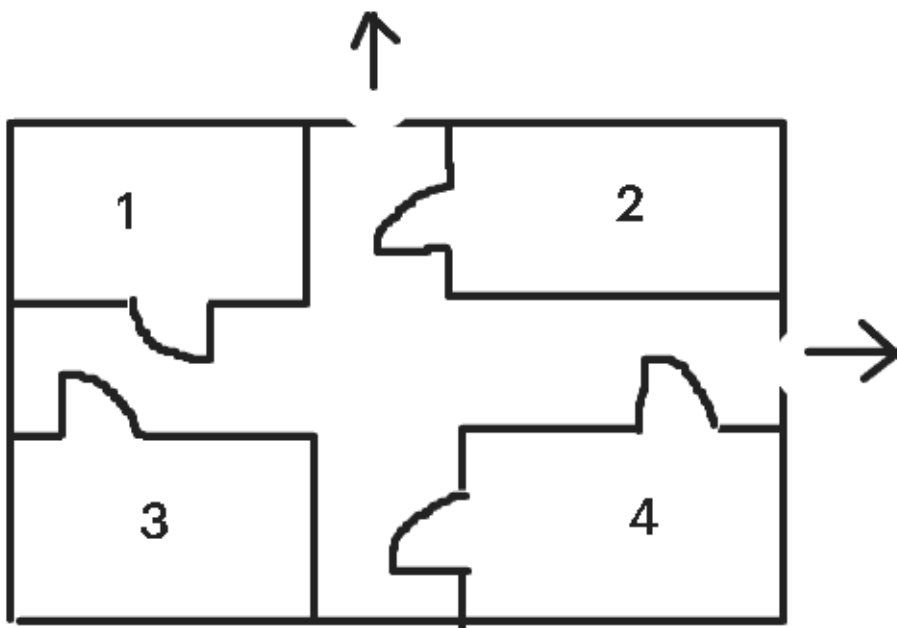
a и b - число критериев в событии k.

---

Представим объект с крестообразным коридором, четырьмя комнатами и двумя выходами наружу:



Пронумеруем помещения:



Люди из помещения 1 могут эвакуироваться через выход  $\wedge$  (верхний) и выход  $\rightarrow$  (правый).

Значит имеем всего **2 варианта** эвакуации. Обозначим их  $K1^\wedge$  и  $K1\rightarrow$

Так как вариантов эвакуации всего два, то число их комбинаций, при условии  $ab \neq ba$ , равно 1.

Пожарную нагрузку примем за ТГМ (твёрдые горючие материалы). Она может быть наиболее опасна по одному или нескольким из **пяти** параметров QTSVF. Обозначим варианты развития горения  $K1Q$ ,  $K1T$ ,  $K1S$ ,  $K1V$ ,  $K1F$ .

Так как вариантов развития горения 5, и наиболее опасные условия пожара будут достигнуты при числе одновременно работающих вариантов  $\geq 1$ , то число комбинаций будет равно:

$$\frac{5!}{1!} = 120$$

Каждому варианту эвакуации может соответствовать один или несколько вариантов развития горения. Сумме взаимонесочетающихся событий будет соответствовать количество сценариев пожара.

Рассчитаем количество сценариев пожара для помещения 1:

$K1^{\wedge} + K1Q$  $K1 \rightarrow + K1Q$

$K1^{\wedge} + K1T$  $K1 \rightarrow + K1T$

$K1^{\wedge} + K1S$  $K1 \rightarrow + K1S$

$K1^{\wedge} + K1V$  $K1 \rightarrow + K1V$

$K1^{\wedge} + K1F$  $K1 \rightarrow + K1F$

$K1^{\wedge} + K1QT$  $K1 \rightarrow + K1QT$

$K1^{\wedge} + K1QS$  $K1 \rightarrow + K1QS$

$K1^{\wedge} + K1QV$  $K1 \rightarrow + K1QV$

$K1^{\wedge} + K1QF$  $K1 \rightarrow + K1QF$

$\bullet \bullet \bullet$

$\bullet \bullet \bullet$

$$\frac{n!}{k_1! + k_2! + [\dots] + k_{120}!}$$

Для упрощения восприятия можно представить варианты каждого критерия в виде событий:

$$^{\wedge} \rightarrow QTSVF$$

$a$  $b$

Событий по критерию a = 2  
Событий по критерию b = 5

Сумму их комбинаций можно представить в виде бинома:

$$^{\wedge} \rightarrow QTSVF$$

$a$  $b$

или

$$K1^{\wedge} \rightarrow + K1QTSVF$$

$a$  $b$

---

Найдем количество сценариев, инициирующими событиями которых являются блокирование одного из выходов и различные варианты развития горения, при которых от различных факторов пожара могут погибнуть люди:

$$a := 2 \quad b := 5 \quad n := 2$$

$$C := \sum_{k=0}^n \frac{n!}{(k!) \cdot (n-k)!} \cdot a^{n-k} \cdot b^k = 49$$

что будет тождественно равно выражению в виде бинома Ньютона:

$$(a + b)^n = 49$$

**Количество сценариев возможной гибели людей при заданных критериях равно 49. Из них, по наименьшей операнде, необходимо выбрать все сценарии, приводящие к гибели наибольшего количества людей за наименьшее время.**

Сценариев, удовлетворяющих вновь введённому критерию, будет всего 2:

$$K1^{\wedge} + K1QTSVF \text{ и } K1^{-} + K1QTSVF$$

Поскольку

$$a := 2 \quad b := 5 \quad n := 2$$

то

$$C := (a + b)^n = 49$$

Далее необходимо произвести те же манипуляции для помещений 2, 3 и 4.

---

Представим, что характерным отличием помещения 2 от помещения 1 будет наличие в помещении 2 маломобильных и немобильных людей.

Тогда для помещения 2 выделим ряд опасных событий:

- 1) Наиболее вероятное блокирование  $\wedge$  по единственному пути.
- 2) Наиболее вероятное пребывание M1, M2, M3, M4, NM, NT, NO.
- 3) Наиболее опасное развитие горения по T и S.

Поскольку выход  $\wedge$  блокируется при всех возможных обстоятельствах, когда очаг пожара размещен в помещении 2, то его справедливо опустить, так как он будет фигурировать в формуле в виде иницирующей постоянной C, всегда равной 0 из-за отсутствия комбинаций.

Опасное событие 2 обозначим как K2M1M2M3M4NMNTNO.

Опасное событие 3 обозначим как K2TS

Число вариантов развития события 2:

$$7! = 5040$$

Число вариантов развития события 3:

$$2! = 2$$

Число возможных взаимонесочетаемых сценариев будет равно:

$$\frac{7!}{2!} = 2520$$

Найдем все сценарии, которые наиболее вероятно приведут к гибели хотя бы 1 человека:

$$a := 1 \quad b := 1 \quad n := 2 \quad \begin{array}{l} \text{Значимым параметром по классу опасности в-ва является T.} \\ \text{Значимым параметром по контингенту является 1 человек, принадлежащий к группе} \\ \text{немобильных.} \end{array}$$

$$C := (a + b)^n = 4$$

**Множеством всех сценариев, при которых очаг пожара размещен в одном из рассмотренных помещений 1 и 2 и при которых возможна гибель хотя бы 1 человека, будет сумма всех сценариев для рассмотренных помещений:**

$$\sum C = C_1 + C_2 = C := 49 + 4 = 53$$


---

Описанный выше способ оценки объективности выбранных сценариев работает также с мультиномами. Так, например, когда блокированию эвакуационного выхода соответствует параллельное или последовательное блокирование двух и более эвакуационных путей, следует применять мультиномиальный способ.

Пусть  $x_k$  соответствует число критериев в событии  $k$ :

$$x_{k_1} + x_{k_2} + [\dots] + x_{k_m}$$

тогда каждому отдельному сценарию будет соответствовать полином Ньютона, как возведение в степень суммы определенного числа событий:

$$\sum_{k_1 + k_2 + [\dots] + k_m = n} \frac{n!}{k_1! + k_2! + [\dots] + k_m!} \cdot (x_{k_1})^{k_1} \cdot (x_{k_2})^{k_2} \cdot [\dots] \cdot (x_{k_m})^{k_m}$$

или

$$(x_{k_1} + x_{k_2} + [\dots] + x_{k_m})^n$$

Найдем количество всех сценариев для помещения 3 по заданным критериям:

$$x := \begin{bmatrix} 2 \\ 5 \\ 4 \end{bmatrix} \quad n := 3$$

$$(x_1 + x_2 + x_3)^n = 1331$$

где  $x_1$  - число событий по критерию блокирования выходов,

$x_2$  - число событий по критерию развития горения,

$x_3$  - число событий по критерию блокирования путей эвакуации.

Наиболее опасным событием по критерию блокирования путей эвакуации будет блокирование участка коридора, ведущего к выходу из помещения 1. Тогда  $x_3 = 1$ . Наиболее опасными факторами пожара будут дымообразующая способность и

токсичность, значит  $x_2 = 2$ . В течение времени эвакуации ни один из выходов не блокируется, а значит  $x_1 = 0$ . Подставим значения  $x_1$ ,  $x_2$  и  $x_3$  в полином.

$$x := \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} \quad n := 3$$

$$(0 + x_2 + x_3)^2 = (x_2 + x_3)^n = 27$$

**Количество всех сценариев пожара в помещении 3, являющихся значимыми для данного набора критериев, равно 27.**

**Количество всех сценариев при размещении очага пожара в помещениях 1, 2 и 3 найдем по сумме:**

$$C := C_1 + C_2 + C_3$$

$$C := 49 + 4 + 27 = 80$$

Для приведения вышеизложенных рассуждений в осмысленный вид, важно уточнить, что выбранные сценарии пожара должны быть значимыми по ряду стандартных признаков:

Например, подавляющее большинство пожаров сопровождается одновременно всеми опасными факторами - QTSVF.

Исключение одного или нескольких из них в процессе развития не останавливает горение,

что означает:

$K1QTSVF + K2QTSVF + K3QTSVF = K1QTSVF \parallel K2QTSVF \parallel K3QTSVF$ , где  $\parallel$  - конкатинация.

Такие признаки можно назвать модальными. Пусть модальность зависит от числа событий, прямо или косвенно соотносящихся друг с другом по одному и тому же признаку. Тогда для оценки качества найденных сценариев, введём поправочный коэффициент. Назовём его коэффициентом модальности. Выполним перерасчет и найдем число наиболее значимых сценариев пожара,

где:

$$x := \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} \quad n := 3 \quad m := 1, \text{ где } m - \text{коэффициент модальности.}$$

тогда:

$$\left( x_1 + x_2 + x_3 - m \right)^n = C_m$$

Вернемся на несколько шагов назад, применим коэффициент модальности и отыщем множество всех значимых сценариев, подлежащих проверке.

Так для помещения 1 нахождение всех сценариев примет вид:

$K1 \wedge + KQTSVF$  и  $K1 \rightarrow + KQTSVF$

где QTSVF - результат конкатинации, обусловленной наличием взаимных соответствий между критериями развития горения по признаку модальности.

Тогда поскольку

$a1 := 2 \quad b1 := 1 \quad n1 := 2 \quad m1 := 2$

то

$$C1 := (a1 + b1 - m1)^{n1} = 1$$

Далее необходимо произвести те же манипуляции для помещений 2, 3 и 4 с учетом модальности критериев.

Для помещения 2:

$a2 := 2 \quad b2 := 1 \quad n2 := 2 \quad m2 := 2$

$$C2 := (a2 + b2 - m2)^{n2} = 1$$

Для помещения 3:

$a3 := 2 \quad b3 := 1 \quad n3 := 2 \quad m3 := 2$

$$C2 := (a3 + b3 - m3)^{n3} = 1$$

Для сценария пожара в помещении 4 добавим 4-й критерий:

$K4REI$

Перечислим все критерии:

$K4 \rightarrow K4QTSVF \quad K4M1M2M3M4NMHTHO \quad K4REI$

Обозначим их следующим образом:

$K4 \rightarrow \quad K4QTSVF \quad K4M1M2M3M4NMHTHO \quad K4REI$   
 $a4 \quad b4 \quad c4 \quad d4$

Найдем количество всех сценариев, удовлетворяющих заданным критериям, с учетом модальности:

$a4 := 1 \quad b4 := 1 \quad c4 := 2 \quad d4 := 1 \quad n4 := 4 \quad m4 := 4$

$$C4 := (a4 + b4 + c4 + d4 - m4)^{n4} = 1$$