

## УТОЧНЕНИЕ ПОДХОДА К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЕРОЯТНОСТИ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ ЗДАНИЙ ПРИ РАСЧЕТЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЖАРНОГО РИСКА

**Д.В. Седов,**

доцент кафедры автотехнической  
экспертизы и автоподготовки  
ФГКОУ ВПО ВСИ МВД России,  
кандидат технических наук

*Высказывается мнение об ошибочности выражения, предназначенного для определения вероятности эвакуации людей из здания при расчете индивидуального пожарного риска. Данное выражение не ориентируется на индивида, а определяет вероятность эвакуации неопределенного числа людей. Кроме того, такой ориентации лишены и математические модели движения людских потоков. Все это приводит к недооценке пожарной опасности здания, которая угрожает отдельно взятому человеку.*

*The opinion of the error formula, designed to determine the probability of people evacuation from the building when calculating individual fire risk. This formula is not focused on the individual, and it unspecified the probability of evacuation some number of people. In addition, mathematical models of the foot traffic have not same orientation. All this leads to an underestimation of the fire hazard of the building, which threatens individual\*.*

Каков физический смысл нормативного значения индивидуального пожарного риска в зданиях –  $10^{-6}$  в год? Ответ можно сформулировать так: это предельно допустимое количество погибших на рассматриваемом объекте от пожаров в течение года. Предположим, функционирует 1 млн. однотипных зданий. В течение года во всех этих объектах в результате пожаров допускается гибель не более 1 человека. То есть на 1 здание должно приходиться не более  $10^{-6}$  смертей в год. Или такая интерпретация. В рассматриваемом здании в результате пожаров допускается не более 1 гибели в течение 1 млн. лет. Значит, в течение года в здании должно произойти не более  $10^{-6}$  смертей.

Как видно, в обоих случаях речь идет о предельно допустимом количестве погибших на объекте. То есть определение количества погибших в результате пожара является первостепенной задачей. Это следует и из самого понятия индивидуального пожарного риска. Ведь слово «индивидуальный» предполагает опасность, которая угрожает отдельно взятому индивиду. Особенно ярко это подчеркивается в

---

\* Sedov D. Update approach to determining the probability evacuation of the building when calculating individual fire risk.

Методике [3], где индивидуальный пожарный риск определяется для каждой единицы штатной должности предприятия. И это справедливо, ведь разные должности характеризуются разным уровнем опасности. В Методике [2] таких разграничений не делается, потому что в общественных зданиях все посетители находятся в равных условиях. Но, тем не менее, вопрос ориентирования на индивида и здесь не должен терять приоритета. Иначе пожарный риск не будет индивидуальным.

Однако алгоритмы оценки индивидуального пожарного риска в зданиях (общественных или производственных), описанные в Методиках [2] и [3], не всегда учитывают количество погибших людей. Оба указанных алгоритма в качестве промежуточной стадии имеют расчет вероятности эвакуации  $P_э$ . И на этой стадии согласно Методикам [2] и [3] является неважным, сколько именно людей не смогло эвакуироваться, то есть погибло в результате пожара. Считается, что, если все люди успели вовремя самостоятельно покинуть опасную зону, то вероятность эвакуации  $P_э = 0,999$ . Но если один или несколько человек не успели эвакуироваться, то вероятность эвакуации принимается равной  $P_э = 0$  [2] или  $P_э = 0,001$  [3]. То есть не делается различий между гибелью одного человека и гибелью нескольких человек.

Таким образом, в методиках расчета индивидуального пожарного риска в зданиях, как выясняется, нет ориентации на отдельного человека, на индивида. Получается, что, определяя индивидуальный пожарный риск по Методикам [2] и [3], мы определяем нечто иное. Что?

Фактически мы определяем годовую частоту *пожаров* с гибелью людей. Выходит, что если расчетное значение индивидуального пожарного риска в здании по Методикам [2] или [3] получилось равным, например,  $10^{-7}$  в год, то это еще не означает, что в здании возможна гибель одного человека в течение 10 млн. лет, или что в 10 млн. подобных зданий в течение года возможна одна гибель. Нет. Ведь нет гарантии, что значение  $10^{-7}$  в год получено в расчете на одну гибель. То есть даже при возникновении 100 летальных исходов индивидуальный пожарный риск по Методикам [2] и [3], все равно, получится равным  $10^{-7}$  в год. Но если бы индивидуальный пожарный риск был определен корректно, то он получился бы в 100 раз больше, то есть составил не  $10^{-7}$ , а  $10^{-5}$  в год.

Для исправления ситуации необходимо скорректировать формулу для расчета вероятности эвакуации  $P_э$ . Она должна определять вероятность эвакуации каждого человека, находящегося в здании. Но тогда необходимо, чтобы математические модели, описывающие движение людей, позволяли определять время эвакуации каждого отдельного человека. И здесь выясняется, что две из трех математических моделей, которые сегодня наиболее широко применяются для описания процесса движения людей, – упрощенная аналитическая модель движения людского потока и имитационно-стохастическая модель движения людских потоков

– в принципе не могут учитывать движение отдельного человека: они описывают только движение усредненных людских потоков.

Нужный подход заложен лишь в математической модели индивидуально-поточного движения людей (которую сегодня, по всей видимости, почти никто не использует). При использовании данной математической модели расчет вероятности эвакуации  $P_{э,k}$  отдельного  $k$ -го человека мог бы осуществляться в автоматическом режиме с помощью ЭВМ как дополнительная ступень после расчета времени эвакуации  $k$ -го человека. Для этого должно быть заранее известно время блокирования эвакуационного выхода (участка пути) опасными факторами пожара. Тогда для  $k$ -го человека, проходящего через конкретный участок, вероятность эвакуации могла бы определяться по формуле:

$$P_{э,k} = \begin{cases} 0,999, & \text{если } t_{р,k} + t_{нэ,k} \leq 0,8t_{бл} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин,} \\ \frac{0,8t_{бл} - t_{р,k}}{t_{нэ,k}}, & \text{если } t_{р,k} < 0,8t_{бл} < t_{р,k} + t_{нэ,k} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин,} \\ 0,000, & \text{если } t_{р,k} \geq 0,8t_{бл} \text{ или } t_{ск} > 6 \text{ мин,} \end{cases} \quad (1)$$

где  $t_{р,k}$  – расчетное время эвакуации  $k$ -го человека, мин;

$t_{нэ,k}$  – время начала эвакуации  $k$ -го человека, мин;

$t_{бл}$  – время блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара, мин;

$t_{ск}$  – время существования скоплений людей на участках пути, мин.

При использовании данного подхода можно было бы в автоматическом режиме определять количество  $N_{л}$  летальных исходов, то есть количество людей, которые не смогли эвакуироваться, а значит, погибли. Величина  $N_{л}$  должна непосредственно влиять на уровень индивидуального пожарного риска, и ее необходимо было бы включить в формулу для его расчета. То есть для рассматриваемого сценария пожара должно иметь место выражение:

$$Q_{э,k} = Q_{п}(1 - K_{ап})P_{пр}(1 - P_{э,k})N_{л}(1 - K_{п.з}), \quad (2)$$

где  $Q_{\text{п}}$  – частота возникновения пожара в здании в течение года;

$K_{\text{ап}}$  – коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$P_{\text{пр}}$  – вероятность присутствия людей в здании;

$N_{\text{л}}$  – количество летальных исходов при пожаре;

$K_{\text{п.з}}$  – коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Корректировка выражения для расчета вероятности эвакуации и его применение в виде (1), а также введение величины  $N_{\text{л}}$  в формулу для индивидуального пожарного риска и проведение расчетов по формуле (2), позволит избежать тех недооценок пожарной опасности объекта, о которых говорилось выше.

Исходя из вышеизложенного, считаем, что более правильным было бы исключить из Методик [2] и [3] математические модели, описывающие движение людских потоков. Ведь Методики [2] и [3] предназначены для расчета *индивидуального* пожарного риска и должны быть ориентированы на отдельных людей, а не на людские массы. Конечно, людские потоки рассматриваться должны, но только не как объект исследования, а как фактор, который влияет на движение отдельно взятого человека.

Тем не менее, в исключительных случаях, математические модели движения людских потоков применяться могут. Например, они могут использоваться в случае, когда поток состоит из одного человека, что характерно, в основном, для производственных объектов. Второй случай применения данных моделей – добиваться таких конструктивных и планировочных решений в здании, при которых время эвакуации  $t_{\text{р}} + t_{\text{нэ}}$  людей будет гарантированно меньше (с запасом) времени блокирования  $t_{\text{бл}}$ , чтобы речь о летальных исходах даже не заходила, то есть, чтобы обеспечивалась вероятность эвакуации, равная  $P_{\text{э}} = 0,999$  (хотя, конечно, значение 0,999 априори предполагает существование вероятности летального исхода, причем независимо от созданных в здании условий для эвакуации, но этот недостаток методики в данной статье не рассматривается). Кстати, именно второй вариант в настоящее время господствует в практике: органы государственной экспертизы, как правило, требуют, чтобы расчет индивидуального пожарного риска базировался на выполнении условия обеспечения эвакуации, то есть чтобы в здании были приняты такие решения, при которых вероятность эвакуации  $P_{\text{э}} = 0,999$ .

Таким образом, существует возможность достаточно просто повысить точность расчета величины индивидуального пожарного риска, прежде всего, в общественных зданиях. Для этого необходимо предусмотреть ориентацию Методики [2] на отдельного человека путем отказа от математических моделей движения людских потоков.

## ПРИМЕЧАНИЯ

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Заголовок: Федеральный закон РФ от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. – Принят Государственной Думой 4.07.2008, одобрен Советом Федерации 11.07.2008.

2. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. – Утв. приказом МЧС России № 382 от 30.06.2009.

3. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. – Утв. приказом МЧС России № от 10.07.2009 № 404.

4. О внесении изменений в методику определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утвержденную приказом МЧС России от 30.06.2009 № 382. – Приказ МЧС России от 12.12.2011 № 749.