

О ВЕРОЯТНОСТИ СПАСЕНИЯ ЛЮДЕЙ КАК ФАКТОРЕ СНИЖЕНИЯ ПОЖАРНОГО РИСКА В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Д.В. Седов,

преподаватель кафедры пожарной
безопасности технологических
процессов, зданий и сооружений
ФГКОУ ВПО ВСИ МВД России,
канд. тех. наук

Сделана попытка уточнения метода расчета индивидуального пожарного риска в общественных зданиях путем учета вероятности спасения людей при пожаре. Рассматриваются подходы к определению вероятности самостоятельного спасения и спасения силами противопожарной службы.

*An attempt to refine the method of calculating individual fire risk in public buildings by taking into account the probability of saving lives during a fire. The approaches to determining the probability of self-rescue and rescue by the fire service *.*

В настоящее время методика [2] определения расчетных величин пожарного риска в общественных зданиях предполагает, что человек, оказавшийся в горящем здании, может остаться живым только 1) в результате его эвакуации (своевременного выхода в безопасную зону), 2) в случае срабатывания автоматической системы пожаротушения (при ее наличии). Однако методика не учитывает, что человек может избежать гибели и в результате спасения, которое, в свою очередь, может быть осуществлено самим человеком (по аварийным и запасным выходам, с помощью средств индивидуальной защиты, средства спасения и т.д.) либо силами противопожарной службы, т.е. если человек не смог ни эвакуироваться, ни спастись, то его могут спасти пожарные. Неучет данных факторов закономерно приводит к завышению уровня пожарной опасности зданий, а также невозможности еще на стадии проектирования повлиять на величину риска посредством устройства дополнительных аварийных выходов и организации объектовой противопожарной службы. В статье делается попытка развить методику в данном направлении.

* Sedov D. V. About likelihood of saving people as a factor in reducing the fire risk in public buildings.

Взаимосвязь индивидуального пожарного риска и вероятности спасения человека при пожаре

Если будет известна вероятность спасения человека при пожаре, то формула для расчета индивидуального пожарного риска в общественных зданиях может быть представлена в виде:

$$R = Q_{п} (1 - R_{ап}) P_{пр} (1 - P_{э}) (1 - P_{пз}) (1 - P_{сп}), (1)$$

где $Q_{п}$ – вероятность пожара в здании в течение года; $R_{ап}$ – вероятность эффективной работы систем автоматического пожаротушения при пожаре; $P_{пр}$ – вероятность присутствия людей в здании; $P_{э}$ – вероятность эвакуации людей из здания при пожаре; $P_{пз}$ – вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре; $P_{сп}$ – вероятность спасения людей при пожаре.

Вероятность $P_{сп}$ можно определить, исходя из следующих предпосылок. Человек может быть спасен при пожаре либо в случае его самостоятельного спасения (по аварийным путям и выходам), либо в случае спасения силами противопожарной службы. Данные события являются взаимоисключающими, т.е. не могут произойти одновременно, поэтому вероятность $P_{сп}$ спасения человека при пожаре равна арифметической сумме вероятностей его самостоятельного

спасения и спасения силами противопожарной службы:

$$P_{сп} = P_{сп1} + P_{сп2}, (2)$$

где $P_{сп1}$ – вероятность самостоятельного спасения человека; $P_{сп2}$ – вероятность спасения человека силами противопожарной службы.

Вероятность самостоятельного спасения человека при пожаре

Величина вероятности самостоятельного спасения человека при пожаре определяется тремя факторами.

Первый фактор – вероятность покидания горящего здания через все имеющиеся в здании выходы, кроме эвакуационных. Для ее определения можно воспользоваться принципом, который фигурировал в «Методе определения уровня обеспечения пожарной безопасности людей», изложенном в [4], где вероятность эвакуации $P_{э}$ зависела, кроме всего прочего, от величины $P_{д.в}$, названной «вероятностью эвакуации по наружным эвакуационным лестницам, переходам в смежные секции здания» (вероятность $P_{д.в}$ принимают равной 0,05 в жилых зданиях; 0,03 в остальных при наличии таких путей; 0,001 при их отсутствии). Однако в настоящее время нормативный взгляд на эвакуацию изменился [1]. Движение людей через выходы, ведущие на переходы в смежные секции зданий,

уже нельзя рассматривать как эвакуацию, потому что при эвакуации люди движутся к эвакуационным выходам, переходы же в смежные секции зданий таковыми не являются из-за того, что в них не исключается возможность возникновения пожара. Данные переходы являются аварийными выходами, поэтому движение людей к ним логичнее было бы рассматривать как самостоятельное спасение.

Данная позиция основывается не только на наших умозаключениях, но и нормативно закреплена в [3] для производственных зданий. Согласно [3] $P_{д.в}$ – это вероятность выхода из здания людей через аварийные или иные выходы (ее допускается принимать равной 0,03 при наличии аварийных или иных выходов и 0,001 при их отсутствии). Под другими выходами, по всей видимости, можно понимать и оконные проемы. Но случаи, когда при пожаре люди выпрыгивают из окон здания, могут рассматриваться как самоспасение лишь для 1–3 этажей. Выпрыгивание из верхних этажей является смертельно опасным, и его необходимо относить к случаю гибели на пожаре. Учитывая то, что принципы движения людей в производственных и общественных зданиях не имеют между собой отличий, величину $P_{д.в}$ можно рассматривать в качестве одного из факторов, определяющих

вероятность самостоятельного спасения людей и при пожаре в общественном здании.

Вторым фактором, определяющим вероятность самостоятельного спасения, является то, что человек для спасения может использовать не только аварийные, но и эвакуационные пути и выходы. Может сложиться такая ситуация, когда опасная зона на путях эвакуации опустится до уровня 1,7 м от пола и ниже. В этом случае эвакуация в полном смысле этого слова становится невозможной, ведь такой путь уже не будет отвечать требованиям, предъявляемым к путям эвакуации. Однако возможность самоспасения по такому пути не исчезает: человек, спасаясь, может двигаться из опасной зоны пригнувшись или на четвереньках (ползком перемещаться не рекомендуется, так как над полом может образовываться слой тяжелых отравляющих газообразных продуктов толщиной порядка 0,3 м). Таким образом, если на участке пути эвакуации опасные факторы пожара не приняли критические значения на уровне 0,4 м от пола, то вероятность спасения через них будет больше нуля. Значения данной вероятности можно определить путем моделирования распространения опасных факторов пожара и движения людей по путям высотой менее 1,7 м.

Третьим фактором, определяющим возможность самоспасения, является использование специальных технических средств (рукавные, канатно-спускные, прыжковые устройства, веревки и т.д.). Значения вероятности спасения людей с помощью данных устройств в нормативной и научной литературе нам не встречались.

Учитывая то, что человек может спастись только каким-то одним способом, вероятность самоспасения можно представить в виде:

$$P_{\text{сп1}} = P_{\text{д.в}} + P_{\text{сп.э}} \cdot P_{\text{сп.т.у}}, \quad (3)$$

где $P_{\text{д.в}}$ – вероятность выхода из здания людей через аварийные или иные выходы (0,05 для жилых зданий; 0,03 в остальных зданиях при наличии таких путей; 0,001 при их отсутствии); $P_{\text{сп.э}}$ – вероятность выхода людей из здания через эвакуационные выходы, блокированные опасными факторами пожара (блокирование эвакуационного выхода означает, что он не может использоваться в качестве эвакуационного, но может рассматриваться как аварийный); $P_{\text{сп.т.у}}$ – вероятность самостоятельного спасения с

помощью специальных технических устройств (при их наличии).

Для определения значений $P_{\text{сп.э}}$ и $P_{\text{сп.т.у}}$ необходимо проведение отдельных исследований. Но можно говорить, что вероятность $P_{\text{сп1}}$ будет составлять, по крайней мере, не меньше, чем $P_{\text{д.в}}$, значения которой известны.

Вероятность спасения человека силами противопожарной службы Спасение человека силами противопожарной службы может произойти в случае, если человек не смог эвакуироваться или самостоятельно спастись, т.е. остался в здании, блокированный опасными факторами пожара. Для определения вероятности $P_{\text{сп2}}$ необходимо ориентироваться на время прибытия к горящему зданию сил противопожарной службы и время гибели человека. Также необходимо учитывать время, необходимое для проведения боевой разведки, ведь для того чтобы спасти блокированных в здании людей, пожарные должны успеть найти их.

Можно предложить следующий принцип определения $P_{\text{сп2}}$ (по аналогии с определением вероятности эвакуации, изложенном в [2] и [5]):

$$P_{\text{сп2}} = \begin{cases} P_{\text{сп2}}^{\text{max}}, & \text{если } 0,8t_{\text{гиб}} \geq t_{\text{приб}} + t_{\text{разв}}; \\ P_{\text{сп2}}^{\text{max}} \cdot \frac{0,8t_{\text{гиб}} - t_{\text{приб}}}{t_{\text{разв}}}, & \text{если } t_{\text{приб}} < 0,8t_{\text{гиб}} < t_{\text{приб}} + t_{\text{разв}}; \\ 0, & \text{если } 0,8t_{\text{гиб}} \leq t_{\text{приб}}, \end{cases} \quad (4)$$

где $P_{сп2}^{max}$ – максимальное значение вероятности спасения людей силами противопожарной службы (если пожарный вовремя обнаружил в здании заблокированного человека, то вероятность спасения человека равна $P_{сп2}^{max}$); $t_{гиб}$ – время от начала пожара до момента гибели человека; $t_{приб}$ – время от начала пожара до момента прибытия к горящему объекту сил противопожарной службы; $t_{разв}$ – время, необходимое для проведения боевой разведки при пожаре (время обнаружения заблокированных людей). Дробь в выражении (4) умножена на максимальное значение $P_{сп2}^{max}$ во избежание неточности, о которой говорится в [5].

Логично считать, что гибель человека происходит в момент, когда зона с критическими значениями опасных факторов пожара опустится настолько, что человек попадет в нее даже, пригнувшись, т.е. когда опасная зона опустится до уровня 0,4 м от пола (см. выше). Время гибели $t_{гиб}$ можно определить, если провести моделирование движения человека, который перемещается, пригнувшись или ползком. Условия для гибели могут так и не появиться (в этом случае $t_{гиб} = \infty$), но если они неизбежно возникнут, то спасение заблокированного человека зависит только от возможностей противопожарной службы.

Для определения значения величины $P_{сп2}^{max}$ необходимо проводить натурные испытания (учения), опросы экспертов, обрабатывать статистические данные о случаях успешного спасения людей.

Если вероятность $P_{сп2}$ по формуле (4) определить не представляется возможным, то ее можно оценить на основе статистических данных:

$$P_{сп2} = \frac{N_{сп2}}{N_{сп2} + N_{гиб}}, \quad (5)$$

где $N_{сп2}$ – количество людей, спасенных силами противопожарной службы за период $\Delta\tau$, $N_{гиб}$ – количество людей, погибших на пожарах за период $\Delta\tau$. Знаменатель дроби в выражении (5) представляет собой количество людей, выживание которых при пожаре зависит от возможностей противопожарной службы. Это те люди, которые не смогли эвакуироваться и не смогли самостоятельно спастись, а остались в здании заблокированные опасными факторами пожара.

Если рассмотреть статистику пожаров в России и их последствий, приводимую на официальном сайте МЧС России [6] (табл.), то можно заключить, что за $\Delta\tau = 8$ лет погибло $N_{гиб} = 130\,916$ человек, подразделениями противопожарной службы было спасено $N_{сп2} = 740\,728$ человек. Тогда по формуле (5) находим, что вероятность спасения заблокированных в здании людей силами противопожарной службы равна $P_{сп2} = 0,85$.

Статистические данные о пожарах и их последствиях в России

Показатель	Годы							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Количество пожаров	239 286	231 486	226 952	218 570	211 163	200 386	187 490	179 098
Количество погибших	19 275	18 377	18 194	17 065	15 924	15 165	13 933	12 983
Количество травмированных	14 058	13 673	13 183	13 379	13 646	12 800	13 207	13 067
Количество спасенных	93 940	97 944	90 468	96 851	98 363	94 220	84 394	84 548
Спасено мат. цен., млрд. руб.	23,5	24,9	24,8	30,0	38,1	42,9	46,8	44,6

Таким образом, значение вероятности $P_{сп}$ спасения человека при пожаре можно оценить по формуле (2), если известно значение вероятности самостоятельного спасения человека по блокированным опасными факторами пожара эвакуационным путям и выходам из здания (может быть определено на основе математического моделирования движения людей, пригнувшись или на четвереньках) и значение вероятности самостоятельного спасения людей при помощи специальных технических устройств. Также для определения $P_{сп}$ необходима информация о времени прибытия к горящему зданию сил противопожарной службы, времени разведки и времени гибели людей, которые не смогли самостоятельно покинуть здание. Время гибели может быть определено на основе математического моделирования распространения опасных факторов пожара и движения людей по путям высотой менее 1,7 м.

При невозможности получения подобной информации можно считать, что вероятность спасения $P_{сп}$ будет не меньше, чем 0,851 при отсутствии в здании аварийных и иных выходов, а при их наличии – не менее 0,9 для жилых зданий и 0,88 для остальных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федеральный закон РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ.
2. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (утв. приказом МЧС России от 30.06.2009 № 382).
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утв. приказом МЧС России от 10.07.2009 № 404).
4. Пожарная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.004-91*. М.: Изд-во стандартов, 1991.
5. Седов Д.В. Уточнение методики оценки индивидуального пожарного риска // Пожарная безопасность. 2002. № 2. С. 116–122.
6. Статистика // МЧС России. – <http://www.mchs.gov.ru/stats/> (15 апр. 2011 г.).