

УДК 614.847; 849

© А.И. Фомин, Д.А. Бесперстов, 2018

А.И. ФОМИН

д-р техн. наук,
ведущий научный сотрудник
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: main@nc-vostnii.ru



Д.А. БЕСПЕРСТОВ

аспирант
ФГБОУ ВО «КемТИПП», г. Кемерово
e-mail: gpnbesperstov@yandex.ru



ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЖАРНОГО РИСКА С УЧЕТОМ ВЕРОЯТНОСТИ САМОСПАСЕНИЯ ЛЮДЕЙ

Приведена статистика пожаров в мире и России, их последствия. Рассмотрены проблемы обеспечения безопасной эвакуации людей из зданий горных предприятий. Отмечена высокая степень риска гибели и травмирования людей при пожарах в производственных зданиях, сооружениях. Обосновано применение средств спасения с высоты на предприятиях горной отрасли; изложена методика использования средств спасения людей с высоты при пожарах, их влияние на величину индивидуального пожарного риска, которая позволяет определить необходимое количество средств спасения людей исходя из технических характеристик данных устройств и времени наступления опасных факторов пожара. Представлен порядок расчета вероятности наступления события по недопущению гибели людей при использовании средств спасения, и влияние данной вероятности на расчетную величину индивидуального пожарного риска. Методика позволяет обосновать повышение уровня вероятности эвакуации (самоспасения) людей, не имеющих возможности покинуть здание в штатном режиме. Представлена возможность влияния технических характеристик спасательных устройств на расчетную величину индивидуального пожарного риска, используемого при оценке обеспечения пожарной безопасности на объектах защиты.

Ключевые слова: ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ГОРНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ, РИСК ГИБЕЛИ ЛЮДЕЙ, ВЕРОЯТНОСТЬ НЕГАТИВНЫХ СОБЫТИЙ, СРЕДСТВА СПАСЕНИЯ С ВЫСОТЫ, ВЕРОЯТНОСТЬ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ СРЕДСТВ СПАСЕНИЯ.

Исследование пожаров, а также их причин и последствий позволяет разработать эффективные методы борьбы с огнем, снизить риски возгорания, травмирования и гибели работников горных предприятий при пожарах в зданиях и сооружениях. Статистика пожаров изучает: место и время происшествия, прямой и косвенный ущерб, тип, частоту, их причины, число погибших и травмированных людей.

Статистикой пожаров в мире в основном занимаются две организации, которые обрабатывают и систематизируют все данные о пожарах более 20 лет: Всемирный Центр пожарной статистики (ВЦПС), изучающий стоимость ущерба от пожара, систем защиты от него и содержание противопожарных служб; Центр Пожарной Статистики Международной ассоциации пожарно-спасательных служб (ЦПС КТИФ), изучающий динамику возгораний и данные о числе жертв.

Ежегодно в мире происходит около 3,1 млн. пожаров. Причем 50 % возгораний происходит в зданиях и на транспорте, на которые приходится до 90 % всех погибших при пожарах. Лидером по количеству пожаров являются США. В то же время статистика погибших в пожарах людей показывает, что наибольшее число жертв на 100 тысяч человек приходится на Россию, Украину и Белоруссию.

Ежегодно в России число жертв при пожарах составляет от 10 до 20 тысяч человек. На каждые 100 тысяч человек в среднем при пожарах ежегодно гибнет 1,9 человек и 5,9 человек получают травмы, а на каждые 100 пожаров в среднем приходится 0,19 погибших и 0,59 человека — травмированных. Статистика пожаров в Российской Федерации за последние 10 лет (2007–2016 гг.) приведена в табл. 1 [1].

Таблица 1
Статистика пожаров и их последствий в Российской Федерации за 2007–2016 гг.

| Показатели | Годы | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Количество пожаров, тыс. ед. | 212,6 | 202 | 187,6 | 179,5 | 168,5 | 162,9 | 153,5 | 150,8 | 145,6 | 139,1 |
| Количество погибших при пожарах людей, чел. | 16066 | 15301 | 13946 | 13061 | 12019 | 11652 | 10601 | 10138 | 9377 | 8711 |
| Количество пожаров на 1 млн. населения | 1494,8 | 1422,4 | 1321,7 | 1265 | 1178,1 | 1138,8 | 1039,4 | 1048,6 | 996 | 999 |
| Количество погибших при пожарах людей на 1000 пожаров | 75,6 | 75,7 | 74,4 | 72,7 | 71,3 | 71,5 | 69,1 | 67,2 | 64,1 | 62,62 |
| Количество травмированных на 1 млн. населения | 96,2 | 90,7 | 93,5 | 92,4 | 87,5 | 85,5 | 77,6 | 76,5 | 74,70 | 67,30 |

Несмотря на высокие показатели статистических показателей по пожарам в Российской Федерации, в последние годы отмечается тенденция к их уменьшению. Так, за последние 10 лет количество возгораний снизилось с 212 до 140 тысяч в год, а число погибших сократилось почти вдвое. По данным Министерства Российской Федерации по делам

гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) в 2016 году в стране зафиксировано 139703 пожара, в которых погибло 8760 человек, получили травмы различной степени тяжести 9909 человек, прямой материальный ущерб составил более 14 млрд. рублей [1].

Заметно сократилось количество пожаров на предприятиях различных отраслей экономики страны. Так, например, в зданиях производственного назначения с 2011 по 2015 гг. количество пожаров снизилось с 9436 до 7273 случаев, а число погибших уменьшилось на 100 человек.

Статистика пожаров в зданиях и число их жертв имеет самый высокий показатель. Особую опасность представляют здания повышенной этажности, где имеет место высокая скорость распространения огня вверх по этажам и, соответственно, не хватает времени на проведение безопасной эвакуации людей. Пожарным подразделениям не всегда предоставляется возможность своевременного спасения людей с высоты. Кроме гибели и травмирования людей от воздействия опасных факторов пожара, зачастую люди гибнут в результате падения с высоты.

Проблема безопасной эвакуации людей с высоты актуальна во всех странах мира. Несмотря на строительные нормы, устанавливающие минимальные требования к конструкциям высотных зданий [2], необходимы дополнительные мероприятия по обеспечению безопасности жизни людей. Для разработки данных мероприятий созданы различные ассоциации. Вместе с этим требуется дополнительная информация о поведенческих проблемах, связанных с эвакуацией людей из многоэтажных зданий [3–5].

В настоящее время 50 % зданий и сооружений угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий Кемеровской области не отвечают установленным требованиям в области пожарной безопасности. Более 200 зданий и сооружений, находящихся на территории 50 предприятий угольной промышленности, не обеспечивают пожаробезопасность людей [6].

Зачастую при пожарах не представляется возможным безопасно эвакуироваться с верхних этажей зданий и сооружений, так как в результате стремительного роста опасных факторов пожара люди становятся «отрезанными» от путей эвакуации. Данная ситуация наиболее актуальна для многоэтажных зда-

ний и сооружений, где при возникновении пожара на первых этажах люди не могут эвакуироваться из вышележащих. В подобных случаях средства спасения с высоты являются чуть ли не единственным способом для обеспечения безопасности людей при возникновении пожара.

В статье [7] подробно рассмотрена и обоснована необходимость использования средств спасения с высоты при пожарах в зданиях, сооружениях предприятий угольной промышленности. Использование данных средств признано единственной возможностью безопасной эвакуации людей из опасной зоны пожара в современных условиях.

При обеспечении людей средствами спасения необходимо учитывать время наступления опасных факторов пожара, а также технические характеристики устройств само-спасения.

В настоящее время недостаточно изучено влияние средств спасения с высоты на расчетную величину индивидуального пожарного риска, которая учитывается при оценке обеспечения пожарной безопасности объекта защиты [8].

Высокие показатели травмирования и гибели людей при пожарах в производственных и общественных зданиях обуславливают необходимость внедрения новых средств обеспечения пожарной безопасности, направленных на сохранение жизни и здоровья людей.

Безусловно, чаще всего мы исследуем проблемы травмирования и гибели людей при пожарах на горных предприятиях при выполнении подземных горных работ. В то же время существует риск гибели людей при пожарах в зданиях и сооружениях поверхностного комплекса горного предприятия. Учитывая, что большинство зданий и сооружений поверхностного комплекса горных предприятий эксплуатируются не один десяток лет и в настоящее время характеризуются значительным нарастанием пожарной нагрузки за счет увеличения управленческого аппарата, мебели, отделочных материалов, нагрузок на электрические сети, что может оказаться причиной возгорания [7].

Безопасная эвакуация людей при пожарах в поверхностных зданиях и сооружениях горных предприятий достигается, если время от момента обнаружения пожара до завершения эвакуации людей в безопасную зону не превышает необходимого времени эвакуации людей в безопасную зону [7].

Одним из средств защиты людей при пожарах в зданиях и сооружениях на поверхности горных предприятий является оборудование зданий и сооружений средствами спасения с высоты, обеспечивающими безопасную эвакуацию спасаемых людей при отсутствии возможности воспользоваться основными путями эвакуации.

Время эвакуации людей с использованием средств спасения с высоты не должно превышать критическое время достижения опасных факторов пожара и определяется опытным путем — проведением учебных тренировок, а оптимальное оснащение средствами спасения конкретного объекта зависит от возможных сценариев развития пожара и определяется расчетным путем [7, 9].

Вероятность эвакуации людей при пожаре $P_э$ из зданий класса функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4 с учетом вероятности самоспасения людей K' можно определить по формуле [10]:

$$P_э = \frac{N_{\Sigma} - N_{неэв} \cdot (1 - K')}{N_{\Sigma}} \cdot 0,999, \quad (1)$$

где N_{Σ} — общее количество людей, эвакуирующихся в рассматриваемом сценарии; $N_{неэв}$ — количество не эвакуировавшихся людей, определяется путем суммирования по всем участкам путей эвакуации людей, не успевших покинуть указанный участок до его блокирования опасными факторами пожара (для которых $t_p + t_{нэ} > 0,8 t_{ол}$), и людей, попавших в скопление продолжительностью более 6 мин ($t_p > 6$ мин); K' — вероятность наступления события по недопущению гибели людей с использованием средств спасения с высоты, определяется расчетным путем.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска $Q_в$, согласно нормативно-правовым актам [15], рассчитывается по формуле

$$Q_в = Q_{п} \cdot (1 - K_{ап}) \cdot P_{пр} \cdot (1 - P_э) \cdot (1 - K_{п.з}), \quad (2)$$

где $Q_{п}$ — частота возникновения пожара в здании в течение года, определяется на основании статистических данных, приведенных в справочнике, при отсутствии статистической информации допускается принимать $Q_{п} = 4 \cdot 10^{-2}$ для каждого здания; $K_{ап}$ — коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения (далее — АУТ) требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Значение параметра $K_{ап}$ принимается равным 0,9, если выполняется хотя бы одно из следующих условий [10]:

- здание оборудовано системой АУП, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;
- оборудование здания системой АУП не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях $K_{ап}$ принимается равным нулю.

$P_{пр}$ — вероятность присутствия людей в объекте защиты, определяемая из соотношения $P_{пр} = t_{функц} / 24$, где $t_{функц}$ — время нахождения людей в здании, в часах, $t_{функц} \leq 24$ ч. Для многофункциональных зданий, в которых находится более 50 человек, можно предположить, что $P_{пр} = 1$; $P_э$ — вероятность эвакуации людей; $K_{п.з}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, $K_{п.з}$ рассчитывается по формуле

$$K_{п.з} = 1 - (1 - K_{обн} \cdot K_{соуэ}) \cdot (1 - K_{обн} \cdot K_{пдз}), \quad (3)$$

где $K_{обн}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по

пожарной безопасности; $K_{\text{соуэ}}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности; $K_{\text{пдз}}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Рассмотрим порядок оценки параметров $K_{\text{обн}}$, $K_{\text{соуэ}}$ и $K_{\text{пдз}}$.

Значение параметра $K_{\text{обн}}$ принимается равным 0,8, если выполняется хотя бы одно из следующих условий [10]:

- здание оборудовано системой пожарной сигнализации, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

- оборудование здания системой пожарной сигнализации не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях $K_{\text{обн}}$ принимается равным нулю.

Значение параметра $K_{\text{соуэ}}$ принимается равным 0,8, если выполняется хотя бы одно из следующих условий [10]:

- здание оборудовано системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

- оборудование здания системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях $K_{\text{соуэ}}$ принимается равным нулю.

Значение параметра $K_{\text{пдз}}$ принимается равным 0,8, если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- здание оборудовано системой противодымной защиты, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

- оборудование здания системой противодымной защиты не требуется в соответствии

с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях $K_{\text{пдз}}$ принимается равным нулю [10].

Расчетная величина индивидуального пожарного риска $Q_{\text{в}}$ в зданиях класса функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4 для людей, использующих средства спасения, будет рассчитываться по формуле [10]

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{п}} \cdot [1 - (P_{\text{э}} + (1 - P_{\text{э}}) \cdot P_{\text{сп}})], \quad (4)$$

где $Q_{\text{п}}$ — частота возникновения пожара в здании в течение года определяется на основании статистики, приведенной в справочных данных; $P_{\text{э}}$ — вероятность эвакуации людей, определяется расчетным путем; $P_{\text{сп}}$ — вероятность спасения людей.

Вероятность спасения $P_{\text{сп}}$ определяется по формуле [10]

$$P_{\text{сп}} = 1 - (1 - K_{\text{п.з}}) \cdot (1 - K_{\text{ФПС}}) \cdot (1 - K_{\text{ф}}) \cdot (1 - K_{\text{эв}}), \quad (5)$$

где $K_{\text{п.з}}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности; $K_{\text{ФПС}}$ — коэффициент, учитывающий дислокацию подразделений пожарной охраны на территории поселений и городских округов, принимается равным 0,95 в случае соответствия требованиям Технического регламента и нормативных документов по пожарной безопасности. В остальных случаях $K_{\text{ФПС}}$ принимается равным нулю.

$K_{\text{ф}}$ — коэффициент, учитывающий класс функциональной пожарной опасности здания. Значение параметра $K_{\text{ф}}$ принимается равным 0,75 в следующих случаях:

- для зданий класса Ф1.1 в случае соблюдения требований нормативных документов по пожарной безопасности к оснащению первичными средствами пожаротушения;

- для зданий класса Ф1.3 в случае соблюдения требований нормативных документов по пожарной безопасности к устройству аварийных выходов;

- для зданий класса Ф1.4 — во всех случаях.

В остальных случаях для зданий классов Ф1.1, Ф1.3 Кф принимается равным нулю.

$K_{эв}$ — коэффициент, учитывающий соответствие путей эвакуации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Значение параметра $K_{эв}$ принимается равным 0,8 в случае соблюдения требований нормативных документов по пожарной безопасности к путям эвакуации. В остальных случаях $K_{эв}$ принимается равным нулю [10].

Значение времени начала эвакуации $t_{нэ}$ (с) для помещения очага пожара следует определять по формуле [10]

$$t_{нэ} = 5 + 0,01 \cdot F, \quad (6)$$

где F — площадь помещения, m^2 .

В случае если время начала эвакуации, рассчитанное по указанной формуле, превышает время начала эвакуации, определенное в справочных данных, время начала эвакуации из помещения очага пожара следует принимать по справочным данным.

Для остальных помещений значение времени начала эвакуации $t_{нэ}$ следует определять по справочным данным [8].

В свою очередь на величину расчетного времени эвакуации (t_p) людей влияют следующие параметры [11]:

l — длина путей эвакуации, м;

b — ширина путей эвакуации, м;

N — количество людей на первоначальных участках, чел.;

f — площадь горизонтальной проекции человека, $m^2/чел.$

На величину скопления людей на участках пути ($t_{ск}$) влияет следующее [11]:

N — количество людей попавших в скопление, чел.;

f — площадь горизонтальной проекции людей, попавших в скопление, $m^2/чел.$;

b_{i+1} — ширина путей эвакуации на последующем участке, м;

$q_{приD=0,9}$ — интенсивность движения людей при максимальной их плотности, m^2/m^2 .

На значение наступления опасных факторов пожара на путях эвакуации ($t_{от}$) влияет [11]:

t — начальная температура воздуха в помещении, $^{\circ}C$;

h — высота рабочей зоны, м;

Q_n — низшая теплота сгорания материала, МДж/кг;

C_p — удельная изобарная теплоемкость газа, МДж/кг;

φ — коэффициент теплопотерь (принимается по данным справочной литературы, при отсутствии данных может быть принят равным 0,3);

η — коэффициент полноты горения;

$V_{св}$ — свободный объем помещения, m^3 . Допускается принимать 80 % от геометрического объема;

α — коэффициент отражения предметов на путях эвакуации;

E — начальная освещенность, лк;

$l_{пр}$ — предельная дальность видимости в дыму, м;

D_m — дымообразующая способность горящего материала, $Нп \cdot m^2/кг$;

L — удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала, $кг/кг$;

X — предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении, $кг/m^3$ ($X_{CO_2} = 0,11 \text{ кг}/m^3$; $X_{CO} = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/m^3$; $X_{HCL} = 23 \cdot 10^{-6} \text{ кг}/m^3$);

L_{O_2} — удельный расход кислорода, $кг/кг$ и т. д.

Из формул (2) и (4) видно, что расчеты пожарных рисков проводятся для объектов защиты, за исключением зданий с детьми и маломобильных групп населения, а также жилых домов, согласно стандартной методике определения расчетных величин индивидуального пожарного риска (Q_v), основанной на статистических данных возникновения пожара в здании в течение года (Q_n), соответствии систем противопожарной защиты ($K_{ан}$, $K_{пз}$), присутствии людей в здании ($P_{пр}$) и вероятности эвакуации людей в безопасную зону до наступления опасных факторов пожара (P_3). В свою очередь вероятность эвакуации людей зависит от расчетного времени их эвакуации (t_p), времени начала эвакуации ($t_{нэ}$), времени от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них опасных факторов пожара ($t_{от}$), а также вре-

мени существования скопления людей на участках пути ($t_{ск}$).

Для зданий с детьми и маломобильных групп населения, а также многоквартирных и одноквартирных жилых домов вместе с вышеприведенными параметрами учитывается дислокация подразделений пожарной охраны на территории поселений и городских округов ($K_{фпс}$), соблюдение требований нормативных документов по пожарной безопасности к оснащению здания первичными средствами пожаротушения и аварийным выходам ($K_{ф}$), а также соответствие требований к путям эвакуации ($K_{эв}$).

Как мы видим, стандартной методикой расчета величины индивидуального пожарного риска не предусмотрено влияние на него средств спасения.

В связи с тем, что средства спасения с высоты используются людьми, не имеющими возможности покинуть здание и (или) сооружение в штатном режиме, и их применение влияет на параметр эвакуации (самоспасения) людей, то для расчета величины индивидуального пожарного риска по формулам (2), (4) при определении вероятности эвакуации людей необходимо применять формулу (1).

В разных странах мира оценка пожарного риска основана на различных расчетных методологиях, в зависимости от функциональ-

ных назначений объектов защиты. Расчетные методологии основаны не только на рисках гибели и (или) травмирования людей, но и на предположительных экологических отрицательных воздействиях от пожара. Наибольшего развития в данном направлении достигли китайские и американские ученые в силу того, что данными странами наносится значительный экологический ущерб для окружающей среды [12].

Предлагаемая методика позволила раскрыть потенциал применения средств спасения с высоты, связать их характеристики с расчетной величиной индивидуального пожарного риска, используемого при оценке обеспечения пожарной безопасности на объекте защиты.

В связи с тем, что технические характеристики средств спасения [6], такие как время подготовки человека к спуску (прыжку) на спасательном устройстве ($t_{подг}$), время спуска человека на спасательном устройстве до безопасного уровня ($t_{спуск}$) и время активации спасательного устройства ($t_{актив}$), напрямую влияют на необходимое количество средств спасения и вероятность самоспасения людей, для производителей данных устройств появилось дополнительное основание для их модернизации и улучшения технических характеристик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт МЧС России. URL: <http://www.mchs.gov.ru/> (дата обращения: 19.09.2017).
2. Peacock RD., Kuligowski ED., Averill JD. Building Occupant Safety Research. NIST SP – 1131 / National Institute of Standards and Technology. — USA, Gaithersburg, 2012.
3. Ronchi E., Nilsson D. Fire evacuation in high-rise buildings: a review of human behaviour and modelling research // Ronchi and Nilsson Fire Science Reviews, 2013.
4. Ronchi E., Nilsson D. Assessment of total evacuation strategies in Tall Buildings. Fire Protection Research Foundation. Technical Report / National Fire Protection Association. — USA, Quincy, 2013.
5. Spearpoint M., MacLennan HA. The effect of an ageing and less fit population on the ability of people to egress buildings // Safety Science 50(8): 1675-1684, 2012. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2011.12.019> (date of the application: 16.11.2017).
6. Фомин А.И., Бесперстов Д.А. Актуальность разработки и совершенствования способа повышения безопасности работников на угледобывающих и углеперерабатывающих предприятиях Кузбасса // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. — 2015. — № 1. — С. 24–30.
7. Фомин А.И., Бесперстов Д.А. Средства и способы самоспасения при пожарах в зданиях

технологических комплексов предприятий угольной отрасли // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. — 2015. — № 2. — С. 84–89.

8. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности Российская Федерация: Федеральный закон РФ от 22.07.2008 № 123 (ред. от 29.07.2017). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 20.09.2017).

9. О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты»: Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 878 (ред. от 13.11.2012). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320292/> (дата обращения: 31.01.2018).

10. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: Приказ МЧС России от 30.06.2009 № 382 (ред. от 02.12.2015). URL: <http://base.garant.ru/12169057/#ixzz4U0fq6wO7> (дата обращения: 20.09.2017).

11. Методические рекомендации по применению средств индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре, утвержденные главным государственным инспектором Российской Федерации по пожарному надзору генерал-полковником Кирилловым Г.Н. от 11.10.2011 г. № 2-4-60-12-19. — М.: МЧС России, 2011. — 20 с.

12. Parisa Moshashaei, Seyed Shamseddin Alizadeh. Fire Risk Assessment: A Systematic Review of the Methodology and Functional Areas // Iranian Journal of Health, Safety & Environment. — 2016. — Vol. 4. — №. 1. — pp. 654–669.

13. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятности. — М., 2007. 42 с.

UDC 614.847; 849

© **A.I. Fomin, D.A. Besperstov, 2018**

A.I. Fomin

Doctor of Engineering Sciences

Leading Researcher

JSC «NC VostNII», Kemerovo

e-mail: main@nc-vostnii.ru

D.A. Besperstov

Postgraduate

Kemerovo Institute of Food Science

and Technology (University)

e-mail: gpnbesperstov@yandex.ru

DEFINITION OF THE INDIVIDUAL FIRE RISK CALCULATED VALUE WITH DUE CONSIDERATION OF SELF-RESCUE

The world fires statistics and Russian fires statistics and fire effects are given. The problems of organization of the safe evacuation from mining enterprises are considered. A high risk of death and injuries during fires in industrial buildings and facilities is noted. The usage of equipment for rescue at height in mining industry enterprises is proved. The methodology of using equipment for rescue at height during fires and their impact on the value of individual fire risk is given. This methodology allows to determine the required number of rescue equipment based on its technical characteristics and on the time from fire hazard events. The procedure for calculating the event occurrence probability to prevent mortality using rescue equipment and the effect of this probability on the calculated value of individual fire risk are presented. The method allows proving the increase in the probability level of evacuation (self-rescue) people, who do not have any opportunity to leave the building in normal conditions. The possibility of the rescue equipment technical characteristics impact on the calculated value of the individual fire risk used in assessing the fire safety organization at the protection facilities is presented.

Key words: FIRE SAFETY, MINING ENTERPRISES, RISK OF MORTALITY, NEGATIVE EVENT POSSIBILITY, EQUIPMENT FOR RESCUE AT HEIGHT, EVACUATION POSSIBILITY, RESCUE MEANS EFFICIENCY.

REFERENCES

1. Ofitsialniy sayt MCHS Rossii (EMERCOM of Russia official website). Available at: URL: <http://www.mchs.gov.ru/> (accessed date: 19.09.2017).
2. Peacock RD., Kuligowski ED., Averill JD. Building Occupant Safety Research. NIST SP — 1131. National Institute of Standards and Technology. USA, Gaithersburg, 2012.
3. Ronchi E., Nilsson D. Fire evacuation in high-rise buildings: a review of human behaviour and modelling research. Ronchi and Nilsson Fire Science Reviews, 2013.
4. Ronchi E., Nilsson D. Assessment of total evacuation strategies in Tall Buildings. Fire Protection Research Foundation. Technical Report. National Fire Protection Association. USA, Quincy, 2013.
5. Spearpoint M., MacLennan HA. The effect of an ageing and less fit population on the ability of people to egress buildings. Safety Science 50(8): 1675-1684, 2012. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2011.12.019> (date of the application: 16.11.2017).
6. Fomin A.I., Besperstov D.A. Aktualnost razrabotki i sovershenstvovaniya sposoba povysheniya bezopasnosti rabotnikov na ugledobyvayushchikh i uglepererabatyvayushchikh predpriyatiyakh Kuzbassa (Urgency of development and improvement of the ways to increase the workers of Kuzbass coal enterprises safety). Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoy promyshlennosti = Industrial Safety. 2015. № 1. pp. 24–30.
7. Fomin A.I., Besperstov D.A. Sredstva i sposoby samospaseniya pri pozharakh v zdaniyakh tekhnologicheskikh kompleksov predpriyatiy ugolnoy otrasli (Means and methods of self-rescue during industrial building complexes fires of coal mining enterprises). Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoy promyshlennosti = Industrial Safety. 2015. № 2. pp. 84–89.
8. Tekhnicheskiy reglament o trebovaniyakh pozharnoy bezopasnosti Rossiyskaya Federatsiya: Federalnyy zakon RF ot 22.07.2008 № 123 (red. ot 29.07.2017) (Technical Regulations on Fire Safety Requirements in Russian Federation: Federal Law of July 22, 2008 № 123 (last updated 29.07.2017). Available at: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (accessed date: 20.09.2017).
9. O prinyatii tekhnicheskogo reglamenta Tamozhennogo soyuza «O bezopasnosti sredstv individualnoy zashchity»: Reshenie Komissii Tamozhennogo soyuza ot 09.12.2011 № 878 (red. ot 13.11.2012) (The acceptance of the customs union technical regulations «On Personal Protective Equipment Safety»: The Customs Union Commission decision of December 09, 2011 № 878 (last updated 13.11.2012). Available at: URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320292/> (accessed date: 31.01.2018).
10. Ob utverzhenii metodiki opredeleniya raschetnykh velichin pozharnogo riska v zdaniyakh, sooruzheniyakh i stroeniyakh razlichnykh klassov funktsionalnoy pozharnoy opasnosti: Prikaz MCHS Rossii ot 30.06.2009 № 382 (red. ot 02.12.2015) (On the approval of the methodology for determining the calculated values of fire risk in buildings, facilities and structures of various functional fire hazard classes: Decree of The Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters of June 30, 2009 № 382 (last updated 02.12.2015). Available at: URL: <http://base.garant.ru/12169057/#ixzz4U0fq6wO7> (accessed date: 20.09.2017).
11. Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu sredstv individualnoy zashchity i spaseniya lyudey pri pozhare, utverzhdennye glavnym gosudarstvennym inspektorom Rossiyskoy Federatsii po pozharnomu nadzoru general-polkovnikom Kirillovym G.N. ot 11.10.2011 g. № 2-4-60-12-19 (Methodical recommendations on personal protective equipment use and people rescue during a fire. Approved by the chief state inspector of the Russian Federation on fire supervision Colonel General Kirillov G.N. of October 11, 2011 №2-4-60-12-19. M.: MCHS Rossii (EMERCOM of Russia), 2011. 20 p.
12. Parisa Moshashaei, Seyed Shamseddin Alizadeh. Fire Risk Assessment: A Systematic Review of the Methodology and Functional Areas. Iranian Journal of Health, Safety & Environment. 2016. Vol. 4. № 1. pp. 654–669.
13. Gnedenko B.V. Kurs teorii veroyatnosti (Course of probability theory). Moscow, 2007. 42 p.