



МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ,
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ
СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

П Р И К А З

12.12.2011

г. Москва

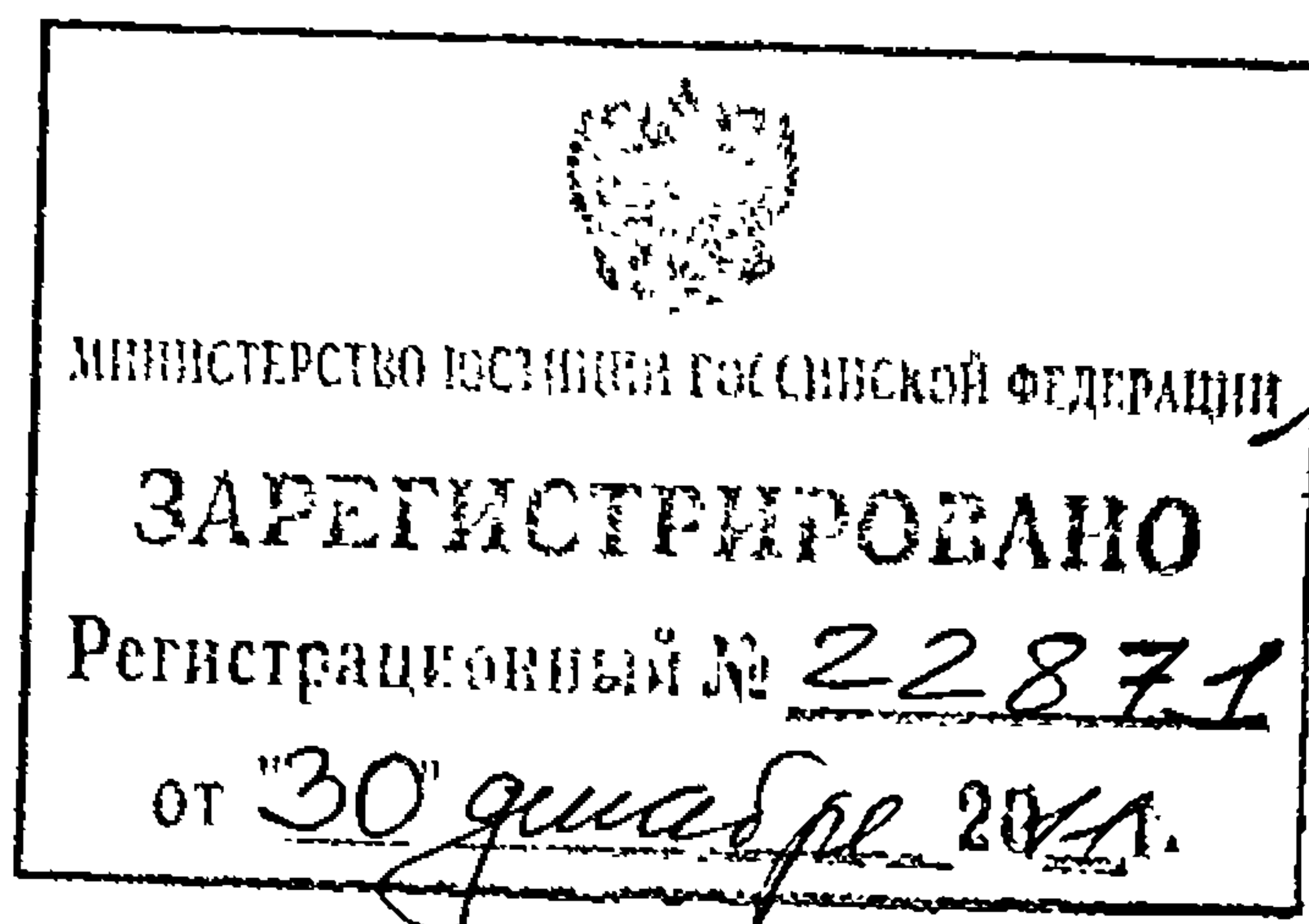
№ 449

**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**

1. Внести 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 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 6 августа 2009 г., регистрационный № 14486), изменения согласно приложению.

2. Настоящий приказ вступает в силу по истечении 60 дней после дня его официального опубликования.

Министр



С.К. Шойгу

**Изменения,
вносимые 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**

В методике определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утвержденной приказом МЧС России от 30.06.2009 № 382 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 6 августа 2009 г., регистрационный № 14486) (далее – Методика).

1. В пункте 1 Методики:

абзацы третий, пятый и шестой исключить;

дополнить абзацем следующего содержания:

«Ф5 – пожарные отсеки производственного или складского назначения с категорией помещений по взрывопожарной и пожарной опасности В1-В4, Г, Д, входящие в состав зданий с функциональной пожарной опасностью Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, в том числе Ф5.2 – стоянки для автомобилей без технического обслуживания и ремонта.».

2. Пункт 4 Методики изложить в следующей редакции:

«4. Определение расчетных величин пожарного риска заключается в расчете индивидуального пожарного риска для людей, находящихся в здании. Численным выражением индивидуального пожарного риска является частота воздействия опасных факторов пожара (далее – ОФП) на человека, находящегося в здании. Перечень ОФП установлен статьей 9 Технического регламента. Результаты и выводы, полученные при определении пожарного риска, используются для обоснования параметров и характеристик зданий, сооружений и строений, которые учитываются в настоящей Методике.».

3. Пункт 7 Методики дополнить абзацами следующего содержания:

«Расчетная величина пожарного риска в здании, сооружении или строении определяется как максимальное значение пожарного риска из рассмотренных сценариев пожара:

$$Q_B = \max \{ Q_{B,1}, \dots, Q_{B,i}, \dots, Q_{B,N} \},$$

где $Q_{B,i}$ – расчетная величина пожарного риска для i -го сценария пожара,

N – количество рассмотренных сценариев пожара.

Сценарий пожара представляет собой вариант развития пожара с учетом принятого места возникновения и характера его развития. Сценарий пожара определяется на основе данных об объемно-планировочных решениях, о размещении горючей нагрузки и людей на объекте. При расчете рассматриваются сценарии пожара, при которых реализуются наихудшие условия для обеспечения безопасности людей. В качестве сценариев с наихудшими условиями пожара следует рассматривать сценарии, характеризуемые наиболее затрудненными условиями эвакуации людей и (или) наиболее высокой динамикой нарастания ОФП, а именно пожары:

в помещениях, рассчитанных на единовременное присутствие 50 и более человек;

в системах помещений, в которых из-за распространения ОФП возможно быстрое блокирование путей эвакуации (коридоров, эвакуационных выходов и т.д.). При этом очаг пожара выбирается в помещении малого объема вблизи от одного из эвакуационных выходов, либо в помещении с большим количеством горючей нагрузки, характеризующейся высокой скоростью распространения пламени;

в помещениях и системах помещений атриумного типа;

в системах помещений, в которых из-за недостаточной пропускной способности путей эвакуации возможно возникновение продолжительных скоплений людских потоков.

В случаях, когда перечисленные типы сценариев не отражают всех особенностей объекта, возможно рассмотрение иных сценариев пожара.

В помещении, имеющем два и более эвакуационных выхода, очаг пожара следует размещать вблизи выхода, имеющего наибольшую пропускную способность. При этом данный выход считается заблокированным с первых секунд пожара и при определении расчетного времени эвакуации не учитывается. В помещении с одним эвакуационным выходом время блокирования выхода определяется расчетом.

Сценарии пожара, не реализуемые при нормальном режиме эксплуатации объекта (теракты, поджоги, хранение горючей нагрузки, не предусмотренной назначением объекта и т.д.), не рассматриваются.».

4. Пункт 8 Методики изложить в следующей редакции:

«8. Расчетная величина индивидуального пожарного риска $Q_{в,i}$ для i -го сценария пожара рассчитывается по формуле:

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

где $Q_{п,i}$ – частота возникновения пожара в здании в течение года определяется на основании статистических данных, приведенных в приложении № 1 к настоящей Методике. При отсутствии статистической информации допускается

принимать $Q_n = 4 \cdot 10^{-2}$ для каждого здания;

$K_{ап,i}$ – коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения (далее – АУП) требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра $K_{ап,i}$ принимается равным $K_{ап,i} = 0,9$, если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

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 $K_{ап,i}$ принимается равной нулю;

$P_{пр,i}$ – вероятность присутствия людей в здании, определяемая из соотношения $P_{пр,i} = t_{функц,i} / 24$, где $t_{функц,i}$ – время нахождения людей в здании в часах;

$P_{э,i}$ – вероятность эвакуации людей;

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

5. Абзац второй пункта 9 Методики изложить в следующей редакции:

$$\ll P_9 = \begin{cases} 0,999 \cdot \frac{0,8 \cdot t_{бл} - t_p}{t_{нэ}}, & \text{если } t_p < 0,8 \cdot t_{бл} < t_p + t_{нэ} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,999, & \text{если } t_p + t_{нэ} \leq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,000, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ или } t_{ск} > 6 \text{ мин} \end{cases} \quad (3)$$

».

6. Абзац седьмой пункта 10 Методики исключить.

7. Пункт 13 Методики изложить в следующей редакции:

«13. 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:

$$K_{п.з} = 1 - (1 - K_{обн} \cdot K_{СОУЭ}) \cdot (1 - K_{обн} \cdot K_{пдз}), \quad (4)$$

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.

Порядок оценки параметров $K_{\text{обн}}$, $K_{\text{соуэ}}$ и $K_{\text{пдз}}$ приведен в разделе IV настоящей Методики.».

8. В абзаце втором пункта 18 Методики слово «расчетного» исключить.

9. Пункты 21 и 22 Методики изложить в следующей редакции:

«21. В случае, если расчетная величина индивидуального пожарного риска превышает нормативное значение, в здании следует предусмотреть дополнительные противопожарные мероприятия, направленные на снижение величины пожарного риска.

К числу противопожарных мероприятий, направленных на снижение величины пожарного риска, относятся:

применение дополнительных объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара;

устройство дополнительных эвакуационных путей и выходов;

устройство систем оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей повышенного типа;

организация поэтапной эвакуации людей из здания;

применение систем противодымной защиты;

устройство систем автоматического пожаротушения;

ограничение количества людей в здании до значений, обеспечивающих безопасность их эвакуации из здания.

Эффективность дополнительных противопожарных мероприятий должна подтверждаться повторным расчетом величины индивидуального пожарного риска.

22. Эффективность каждого из перечисленных выше противопожарных мероприятий определяется степенью влияния на параметры t_p , $t_{\text{бл}}$, $t_{\text{нэ}}$, а для системы пожарной сигнализации, противодымной защиты и системы оповещения людей при пожаре и управления эвакуацией людей также параметрами $K_{\text{обн}}$, $K_{\text{соуэ}}$ и $K_{\text{пдз}}$.

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

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 $K_{\text{обн},i}$ принимается равной нулю.».

10. Абзац второй пункта 25 Методики изложить в следующей редакции:

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

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 $K_{соуэ,i}$ принимается равной нулю.».

11. Абзац второй пункта 26 Методики изложить в следующей редакции:

«Значение параметра $K_{пдз,i}$ принимается равным $K_{пдз,i} = 0,8$, 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 $K_{пдз,i}$ принимается равной нулю.».

12. Приложение № 1 к пункту 8 Методики изложить в следующей редакции:

«Приложение № 1
к пункту 8 Методики

Статистические данные о частоте возникновения пожара в зданиях

№ п/п	Наименование здания	Частота возникновения пожара в течение года
1.	Общеобразовательные учреждения (школа, школа-интернат, детский дом, лицей, гимназия, колледж)	$1,16 \cdot 10^{-2}$
2.	Учреждения начального профессионального образования (профессиональное техническое училище)	$1,98 \cdot 10^{-2}$
3.	Учреждения среднего профессионального образования (среднее специальное учебное заведение)	$2,69 \cdot 10^{-2}$
4.	Прочие внешкольные и детские учреждения	$1,52 \cdot 10^{-2}$
5.	Детские оздоровительные лагеря, летние детские дачи	$1,26 \cdot 10^{-3}$
6.	Санатории, дома отдыха, профилактории	$2,99 \cdot 10^{-2}$
7.	Амбулатории, поликлиники, диспансеры, медпункты, консультации	$8,88 \cdot 10^{-3}$

№ п/п	Наименование здания	Частота возникновения пожара в течение года
8.	Предприятия розничной торговли: универмаги, промтоварные магазины; универсамы, продовольственные ма- газины; магазины смешанных товаров; аптеки, аптечные ларьки; прочие здания торговли	$2,03 \cdot 10^{-2}$
9.	Предприятия рыночной торговли: крытые, оптовые рынки (из зданий стационарной постройки), торговые павильоны, киоски, ларьки, палатки, контейнеры	$1,13 \cdot 10^{-2}$
10.	Предприятия общественного питания	$3,88 \cdot 10^{-2}$
11.	Гостиницы, мотели	$2,81 \cdot 10^{-2}$
12.	Спортивные сооружения	$1,83 \cdot 10^{-3}$
13.	Клубные и культурно-зрелищные уч- реждения	$6,90 \cdot 10^{-3}$
14.	Библиотеки	$1,16 \cdot 10^{-3}$
15.	Музеи	$1,38 \cdot 10^{-2}$

».

13. В приложении № 2 к пункту 10 Методики:

абзац двадцатый изложить в следующей редакции:

« q_i , q_{i-1} – интенсивности движения людского потока по рассматриваемому i -му и предшествующему участкам пути, м/мин (интенсивность движения людского потока на первом участке пути q_1 определяется по таблице П2.1 по значению D_1 , установленному по формуле (П2.3)).»;

последний абзац изложить в следующей редакции:

«Если значение q_i , определенное по формуле (П2.7), больше $q_{\max}$, то ширину δ_i данного участка пути следует увеличивать на такое значение, чтобы соблюдалось условие (П2.6). При невозможности выполнения условия (П2.6) интенсивность и скорость движения людского потока по участку i определяют по таблице П2.1 при значении $D = 0,9$ и более. При этом следует учитывать время задержки движения людей из-за образовавшегося их скопления в соответствии с приложением № 5 к настоящей Методике.».

14. В приложении № 3 к пункту 10 Методики:

в абзаце третьем третье и четвертое предложения исключить;

абзац четырнадцатый изложить в следующей редакции:

« f – средняя площадь горизонтальной проекции человека, m^2 ;».

15. В приложении № 4 к пункту 10 Методики:
 примечание к таблице П4.1 изложить в следующей редакции:
 «* При $D = 9$ чел./м² значения $q_i = V_i \cdot D_{0,k}$ определяются по формуле $q_i = 10 \cdot (2,5 + 3,75 \cdot b_i)$, м/мин.»;
 абзац двадцать четвертый изложить в следующей редакции:

$$\langle N_{i,i+1}^{t1} = D_{i,i+1}^{to} \cdot b_i \cdot V_{пер} \cdot \Delta t. \quad (П4.6) \rangle.$$

16. В приложении № 5 к пунктам 10,11 Методики:
 абзац первый пункта 1 изложить в следующей редакции:
 «1. Значение времени начала эвакуации $t_{нэ}$ (с) для помещения очага пожара следует определять по формуле:

$$t_{нэ} = 5 + 0,01 \cdot F,$$

где F – площадь помещения, м².

Для остальных помещений значение времени начала эвакуации $t_{нэ}$ следует определять по таблице П5.1.»;

пункт 1 таблицы П5.1 исключить;

абзац седьмой пункта 2 изложить в следующей редакции:

«Пути движения людей и выходы высотой менее 1,9 м и шириной менее 0,7 м при составлении расчетной схемы эвакуации не учитываются, за исключением случаев, установленных в нормативных документах по пожарной безопасности.».

17. В приложении № 6 к пункту 12 Методики:

абзацы семнадцатый - двадцать второй раздела I изложить в следующей редакции:

«Предельно допустимые значения по каждому из опасных факторов пожара составляют:

по повышенной температуре – 70°C;

по тепловому потоку – 1400 Вт/м²;

по потере видимости – 20 м (для случая, когда оба горизонтальных линейных размера помещения меньше 20 м, предельно допустимое расстояние по потере видимости следует принимать равным наибольшему горизонтальному линейному размеру);

по пониженному содержанию кислорода – 0,226 кг/м³;

по каждому из токсичных газообразных продуктов горения (CO_2 – 0,11 кг/м³; CO – $1,16 \cdot 10^{-3}$ кг/м³; HCL – $23 \cdot 10^{-6}$ кг/м³).»;

раздел III изложить в следующей редакции:

«III. Интегральная математическая модель расчета газообмена в здании, при пожаре

Для расчета распространения продуктов горения по зданию составляются и решаются уравнения аэрации, тепло и массообмена как для каждого помещения в отдельности, так и для всего здания в целом.

Уравнения движения, связывающие значения перепадов давлений на проемах с расходами газов через проемы имеют вид:

$$G_{ji} = \text{sign}(\Delta P_{ji}) \cdot \xi \cdot F \cdot \sqrt{2 \cdot \rho \cdot |\Delta P_{ji}|}, \quad (\text{П6.3})$$

где G_{ji} – расход газов через проем между двумя (j -м и i -м) смежными помещениями, кг/с;

ξ – коэффициент расхода проема ($\xi = 0,8$ для закрытых проемов и $\xi = 0,64$ для открытых);

F – площадь сечения проема, м^2 ;

ρ – плотность газов, проходящих через проем, кг/м^3 ;

ΔP_{ji} – средний перепад полных давлений между j -м и i -м помещением, Па.

Направление (знак) расхода определяется знаком разности давлений ΔP_{ji} .

В зависимости от этого плотность ρ принимает различные значения.

Знак расхода газов (входящий в помещение расход считается положительным, выходящий – отрицательным) и значение ρ зависят от знака перепада давлений:

$$\text{sign}(\Delta P), \rho = \begin{cases} -1, \rho = \rho_j, & \text{при } \Delta P < 0 \\ +1, \rho = \rho_i, & \text{при } \Delta P > 0 \end{cases}. \quad (\text{П6.4})$$

Для прогнозирования параметров продуктов горения (температуры, концентраций токсичных компонентов продуктов горения) в помещениях многоэтажного здания на этажах, расположенных выше этажа, на котором может возникнуть пожар, рассматриваются процессы распространения продуктов горения в вертикальных каналах (лестничные клетки, шахты лифтов, вентканалы и т.п.).

Вертикальную шахту по высоте разделяют на зоны, которые представляют узлы в гидравлической схеме здания. Зона по высоте может охватывать несколько этажей здания. В этом случае расход газа между зонами можно выразить формулой вида:

$$G = \sqrt{\frac{\Delta p}{S}}, \quad (\text{П6.5})$$

где $S = \frac{1}{2 \cdot g \cdot \rho \cdot k \cdot F^2}$ – характеристика гидравлического сопротивления на границе зон;

F – площадь поперечного сечения шахты;

k – коэффициент (допускается принимать равным $0,05 \text{ с}^2/\text{м}$);

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения;

Δp – перепад давлений между узлами.

Здание представляют в виде гидравлической схемы, узлы которой моделируют помещения, а связи – пути движения продуктов горения и воздуха. Каждое помещение здания описывается системой уравнений, состоящей из уравнения баланса массы, уравнения сохранения энергии и уравнения основного газового закона (Менделеева-Клайперона).

Уравнение баланса массы выражается формулой:

$$d(\rho_j \cdot V_j)/dt = \psi + \sum_k G_k - \sum_i G_i, \quad (\text{П6.6})$$

где V_j – объем помещения, м^3 ;

t – время, с ;

$\sum_k G_k$ – сумма расходов, входящих в помещение, кг/с ;

$\sum_i G_i$ – сумма расходов, выходящих из помещения, кг/с ;

Ψ – скорость выгорания пожарной нагрузки, кг/с .

Уравнение сохранения энергии выражается формулой:

$$d(C_v \cdot \rho_j \cdot V_j \cdot T_j)/dt = C_p \cdot \sum_k (T_k \cdot G_k) - C_p \cdot T_j \cdot \sum_i G_i + Q_{\Gamma} - Q_w, \quad (\text{П6.7})$$

где C_v , C_p – удельная изохорная и изобарная теплоемкости, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;

T_i , T_j – температуры газов в i -м и j -м помещениях, К ;

Q_{Γ} – количество тепла, выделяемого в помещении при горении, кВт ;

Q_w – тепловой поток, поглощаемый конструкциями и излучаемый через проемы, кВт .

Для помещения очага пожара величина Q_{Γ} определяется по формуле:

$$Q_{\Gamma} = (\eta \cdot Q_{\text{н}} + I) \Psi,$$

где η – коэффициент полноты горения;

$Q_{\text{н}}$ – низшая теплота сгорания, кДж/кг ;

$I = c_p \cdot T$ – энтальпия газифицированной горючей нагрузки, кДж/кг ;

c_p – удельная теплоемкость продуктов пиролиза, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;

T – температура продуктов пиролиза, К .

Для остальных помещений $Q_{\Gamma} = 0$.

Коэффициент полноты горения η определяется по формуле:

$$\eta = \eta_0 \cdot K + (1 - K) \frac{\sum_k X_{ox,k} \cdot G_k}{\Psi \cdot L_{ox}}, \quad (\text{П6.8})$$

где η_0 – коэффициент полноты горения в режиме пожара, регулируемом горючей нагрузкой, определяемый формулой:

$$\eta_0 = 0,63 + 0,2 \cdot X_{ox,0} + 1500 \cdot X_{ox,0}^6. \quad (\text{П6.9})$$

Коэффициент K рассчитывается по формуле:

$$K = \left(\frac{X_{ox,m}}{X_{ox,0}} \right)^B \exp \left(B \cdot \left(1 - \frac{X_{ox,m}}{X_{ox,0}} \right) \right), \quad (\text{П6.10})$$

где $B = \left(\frac{X_{ox,0}}{X_{ox,0} - 0,01} \right)^2$;

$X_{ox,0}$ – начальная концентрация кислорода в помещении очага пожара, кг/кг;

$X_{ox,m}$ – текущая концентрация кислорода в помещении очага пожара, кг/кг;

L_{ox} – количество кислорода, поглощаемого при сгорании 1 кг горючей нагрузки, кг/кг.

Уравнение Менделеева-Клайперона выражается формулой:

$$P_j = \rho_j \cdot T_j \cdot \frac{R}{M}, \quad (\text{П6.11})$$

где P_j – давление газа в j -м помещении, Па;

T_j – температура газа в j -м помещении, К;

$R = 8,31$ – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К);

M – молярная масса газа, моль.

Параметры газа в помещении определяются из уравнения баланса масс отдельных компонентов продуктов горения и кислорода и уравнения баланса оптической плотности дыма.

Уравнение баланса масс отдельных компонентов продуктов горения и кислорода:

$$d(X_{L,j} \cdot \rho_j \cdot V_j) / dt = \psi \cdot L_L + \sum_k (X_{L,k} \cdot G_k) - X_{L,j} \cdot \sum_i G_i, \quad (\text{П6.12})$$

где $X_{L,i}$, $X_{L,j}$ – концентрация L -го компонента продуктов горения в i -м и j -м помещениях, кг/кг;

L_L – количество L -го компонента продуктов горения (кислорода), выделяющегося (поглощающегося) при сгорании одного килограмма пожарной нагрузки, кг/кг.

Уравнение баланса оптической плотности дыма:

$$V_j \cdot d\mu_j / dt = \psi \cdot D_m + \sum_k (\mu_k \cdot G_k) / \rho_k - \mu_j \cdot \sum_i G_i / \rho_j, \quad (\text{П6.13})$$

где μ_i, μ_j – оптическая плотность дыма в i -м и j -м помещениях, $\text{Нп} \cdot \text{м}^{-1}$;
 D_m – дымообразующая способность пожарной нагрузки, $\text{Нп} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}$.

Оптическая плотность дыма при обычных условиях связана с расстоянием предельной видимости в дыму формулой:

$$l_{\text{пр}} = 2,38 / \mu. \quad (\text{П6.14})$$

Для помещений без источника тепла система уравнений (П6.6), (П6.7) и (П6.8) упрощается и представляется в виде:

$$\begin{cases} G_{ij}(\tau) = \text{sign}(\Delta P_{ij}(\tau)) \cdot \mu \cdot F \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_k \cdot |\Delta P_{ij}(\tau)|} \\ \sum_{i=1}^n \frac{G_{ij}(\tau)}{\rho_k} = 0 \end{cases}, \quad (\text{П6.15})$$

$$\text{где } \rho_k = \frac{1}{2} \cdot [\rho_i + \text{sign}(\Delta P_{ij}) \cdot \rho_i + \rho_j - \text{sign}(\Delta P_{ij}) \cdot \rho_j].$$

Первое уравнение связывает перепады давлений на соединяющих помещении проемах с расходом газа через эти проемы. Второе – выражает постоянство объема для данного помещения. Таким образом, для всего здания требуется решать систему, состоящую из $(m_{\text{гс}} + m_{\text{вс}}) \cdot n_{\text{эт}}$ нелинейных уравнений вида (П6.12) и $n_y \cdot n_{\text{эт}}$ линейных уравнений вида (П6.13). Здесь $m_{\text{гс}}$ и $m_{\text{вс}}$ – соответственно число горизонтальных и вертикальных связей на этаже; n_y – число узлов; $n_{\text{эт}}$ – число этажей.

Система уравнений, включающая в себя уравнения (П6.6), (П6.7) для помещения очага пожара и (П6.12), (П6.13) для остальных помещений и уравнение (П6.11), описывающая гидравлическую схему здания, решается численно методом итерации в совокупности с методом секущих.

Основные уравнения для определения температуры газа и концентрации продуктов горения в помещениях здания получены из уравнений сохранения энергии и массы.

Температура газа в помещении, где отсутствует очаг пожара определяется из уравнения теплового баланса, которое можно получить из уравнения сохранения энергии (П6.7). Формула для определения температуры газа в j -м помещении здания в « n »-ый момент времени:

$$\begin{aligned}
T_{nj} = & \frac{\sum_{k=1}^n (C_{PB} \cdot G_k \cdot T_k) + Q_j}{C_{vz} \cdot \left(\sum_{k=1}^n G_k - \sum_{i=1}^m G_i \right) + C_{pz} \cdot \sum_{i=1}^m G_i + \alpha_{jn}^* \cdot F_{jn} + \alpha_{jct}^* \cdot F_{jct}} + \\
& + \left[T_{(n-1)j} - \frac{\sum_{k=1}^n (C_{PB} \cdot G_k \cdot T_k) + Q_j}{C_{vz} \cdot \left(\sum_{k=1}^n G_k - \sum_{i=1}^m G_i \right) + C_{pz} \cdot \sum_{i=1}^m G_i + \alpha_{jn}^* \cdot F_{jn} + \alpha_{jct}^* \cdot F_{jct}} \right] \cdot \\
& \cdot \exp \left[- \frac{C_{vz} \cdot \left(\sum_{k=1}^n G_k - \sum_{i=1}^m G_i \right) + C_{pz} \cdot \sum_{i=1}^m G_i + \alpha_{jn}^* \cdot F_{jn} + \alpha_{jct}^* \cdot F_{jct}}{C_{vz} \cdot \rho_j \cdot V_j} \cdot \Delta \tau \right]
\end{aligned} \tag{П6.16}$$

где Q_j – сумма источников (стоков) тепла в объеме j -го помещения и тепла, уходящего в ограждающие конструкции;

$\alpha^* = \alpha \cdot \left[\frac{T(\tau) - T_w(\tau)}{T(\tau) - T_0} \right]$ – приведенный коэффициент теплоотдачи;

T_0 – начальная температура в помещении;

F_{jct} – площадь поверхности ограждающих конструкций в j -м помещении.

Коэффициент теплоотдачи α может быть рассчитан по эмпирической формуле:

$$\alpha = \begin{cases} 4,07 \cdot \sqrt[3]{T_m - T_w} & \text{при } T_m \leq 60^\circ \text{C} \\ 11,63 \cdot \exp[0,0023 \cdot (T_m - T_0)] & \text{при } T_m > 60^\circ \text{C} \end{cases} \tag{П6.17}$$

Концентрация отдельных компонентов газовых смесей в помещениях здания вычисляются из уравнения баланса массы данного компонента (П6.12). Концентрация L -го компонента продуктов горения в j -м помещении в « n »-ый момент времени определяется уравнением:

$$X_{Lj(n)} = \frac{\sum_{k=1}^n (X_{Lk} \cdot G_k)}{\sum_{k=1}^n G_k} + \left(X_{Lj(n-1)} - \frac{\sum_{k=1}^n (X_{Lk} \cdot G_k)}{\sum_{k=1}^n G_k} \right) \cdot \exp \left(- \frac{\sum_{k=1}^n G_k}{\rho_j \cdot V_j} \cdot \Delta \tau \right) \tag{П6.18}$$

Оптическая концентрация дыма в помещениях определяется из балансового уравнения (П6.19). Натуральный показатель ослабления среды в j -ом помещении в « n »-ый момент времени определяется уравнением:

$$\mu_{(n)j} = \frac{\sum_{k=1}^n (\mu_k \cdot G_k)}{\sum_{k=1}^n G_k} + \left(\mu_{(n-1)j} - \frac{\sum_{k=1}^n (\mu_k \cdot G_k)}{\sum_{k=1}^n G_k} \right) \cdot \exp \left(- \frac{\sum_{k=1}^n G_k}{\rho_j \cdot V_j} \cdot \Delta \tau \right) \tag{П6.19}$$

Аналитические соотношения для определения критической продолжительности пожара

Для одиночного помещения высотой не более 6 м, удовлетворяющего условиям применения интегральной модели, при отсутствии систем противопожарной защиты, влияющих на развитие пожара, допускается определять критические времена по каждому из опасных факторов пожара с помощью аналитических соотношений:

по повышенной температуре

$$t_{кр}^T = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \cdot z} \right] \right\}^{\frac{1}{n}}, \quad (П6.20)$$

по потере видимости

$$t_{кр}^{п.в.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{l_{пр} \cdot B \cdot D_m \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}}, \quad (П6.21)$$

по пониженному содержанию кислорода

$$t_{кр}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}}, \quad (П6.22)$$

по каждому из газообразных токсичных продуктов горения

$$t_{кр}^{т.г} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}}, \quad (П6.23)$$

где $B = \frac{353 \cdot c_p \cdot V}{(1 - \varphi) \cdot \eta \cdot Q_H}$ – размерный комплекс, зависящий от теплоты сгорания

материала и свободного объема помещения, кг;

t_0 – начальная температура воздуха в помещении, °С;

n – показатель степени, учитывающий изменение массы выгорающего материала во времени;

A – размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания горючего материала и площадь пожара, кг/сⁿ;

Z – безразмерный параметр, учитывающий неравномерность распределения ОФП по высоте помещения;

Q_H – низшая теплота сгорания материала, МДж/кг;

C_p – удельная изобарная теплоемкость дымовых газов, МДж/(кг·К) (допускается принимать равной теплоемкости воздуха при 45°C);

ϕ – коэффициент теплопотерь (принимается по данным справочной литературы, при отсутствии данных может быть принят равным 0,55);

η – коэффициент полноты горения (определяется по формуле П6.9);

V – свободный объем помещения, м³;

a – 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·м²/кг;

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

X – предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении, кг м⁻³ ($X_{CO_2}=0,11$ кг/м³; $X_{CO}=1,16 \cdot 10^{-3}$ кг/м³; $X_{HCL}=23 \cdot 10^{-6}$ кг/м³);

L_{O_2} – удельный расход кислорода, кг/кг.

Если под знаком логарифма получается отрицательное число, то данный ОФП не представляет опасности.

Параметр z вычисляют по формуле:

$$z = \frac{h}{H} \cdot \exp\left(1,4 \cdot \frac{h}{H}\right) \quad \text{при } H \leq 6 \text{ м}, \quad (\text{П6.24})$$

где h – высота рабочей зоны, м;

H – высота помещения, м.

Определяется высота рабочей зоны:

$$h = h_{пл} + 1,7 - 0,5 \cdot \delta, \quad (\text{П6.25})$$

где $h_{пл}$ – высота площадки, на которой находятся люди, над полом помещения, м;

δ – разность высот пола, равная нулю при горизонтальном его расположении, м.

Следует иметь в виду, что наибольшей опасности при пожаре подвергаются люди, находящиеся на более высокой отметке. Поэтому, например, при определении необходимого времени эвакуации людей из партера зрительного зала с наклонным полом значение h следует находить, ориентируясь на наиболее высоко расположенные ряды кресел. Параметры A и n вычисляют так:

для случая горения жидкости с установившейся скоростью:

$$A = \psi_{уд} \cdot F \quad n=1,$$

где $\psi_{уд}$ – удельная массовая скорость выгорания жидкости, кг/(м²·с);

для случая горения жидкости с неустановившейся скоростью:

$$A = \frac{0,67 \cdot \psi_{уд} \cdot F}{\sqrt{t_{см}}} \quad n=1,5,$$

для кругового распространения пожара:

$$A = 1,05 \cdot \psi_{уд} \cdot V^2 \quad n=3,$$

где V – линейная скорость распространения пламени, м/с;

для вертикальной или горизонтальной поверхности горения в виде прямоугольника, одна из сторон которого увеличивается в двух направлениях за счет распространения пламени (например, распространение огня в горизонтальном направлении по занавесу после охвата его пламенем по всей высоте):

$$A = \psi_{уд} \cdot V \cdot b \quad n=2,$$

где b – перпендикулярный к направлению движения пламени размер зоны горения, м.

При отсутствии специальных требований значения a и E принимаются равными 0,3 и 50 лк соответственно, а значение $l_{пр}=20$ м.»;

в разделе IV:

абзацы двадцать девятый - тридцать пятый изложить в следующей редакции:

$$\ll \frac{dm_{ox}}{dt} = 0,23 \cdot (G_K - \eta \cdot \psi \cdot L_{ox}) - x_{ox} \cdot G_{П}, \quad (П6.32)$$

η – полнота сгорания горючего материала, кг/кг;

ψ – скорость выгорания горючего материала, кг/с;

L_{ox} – потребление кислорода при сгорании единицы массы горючего материала, кг/кг;

оптического количества дыма с учетом дымообразующей способности горящего материала:

$$\frac{dS}{dt} = \psi \cdot D_m - G_{П} \cdot \frac{\mu}{\rho}, \quad (П6.33)$$

где D_m – дымообразующая способность горючего материала, Нп / (м²·кг).»;

абзац сорок третий изложить в следующей редакции:

$$\ll Q = \eta \cdot \psi_{уд} \cdot Q_n \cdot F(t). \quad (П6.36) \gg;$$

абзац шестьдесят четвертый изложить в следующей редакции:

$$\ll P_i(h) = \begin{cases} P_{i0} - \rho_o \cdot g \cdot h & \text{если } h \leq Z_i \\ P_{i0} - \rho_o \cdot g \cdot Z_i - \rho_i \cdot g \cdot h & \text{если } h > Z_i \end{cases}, \quad (П6.42) \gg.$$