

*Терентьев Александр Геннадьевич
студент магистратуры
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
Россия, г. Санкт-Петербург
e-mail: rostosanel@yandex.ru*

*Вагин Александр Владимирович
кандидат технических наук, доцент
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
Россия, г. Санкт-Петербург*

РАСЧЕТ ПОЖАРНОГО РИСКА КИНОТЕАТРА «РОДИНА»

***Аннотация:** В работе решена актуальная научная задача совершенствования противопожарной защиты в культурно-зрелищных учреждениях путем определения пожарных рисков с помощью расчетов. Практическое значение работы состоит в расчете времени распространения опасных факторов пожара на объекте и сравнить с временем эвакуации людей с этого объекта, при различных сценариях развития пожара в кинотеатре «Родина».*

***Ключевые слова:** научная задача, кинотеатр, индивидуальный пожарный риск.*

*Terentyev Alexander Gennadievich
master student
Saint Petersburg University State Fire Service EMERCOM of Russia
Russia, St. Petersburg
e-mail: rostosanel@yandex.ru*

*Vagin Alexander Vladimirovich
candidate of technical sciences, associate professor
Saint Petersburg University State Fire Service EMERCOM of Russia
Russia, St. Petersburg*

CALCULATION OF FIRE RISK OF THE RODINA CINEMA

***Abstract:** The paper solves the actual scientific problem of improving fire protection in cultural and entertainment institutions by determining fire risks using calculations. The practical significance of the work consists in calculating the time of propagation of fire hazards at the facility and comparing it with the time of evacuation of people from this facility, under various scenarios of fire development in the Rodina cinema.*

Keywords: scientific task, cinema, individual fire risk.

Введение

Оценка пожарного риска проводится в целях определения соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности в порядке, установленном Федеральным законом от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Оценка пожарного риска проводится путем определения расчетных величин пожарного риска на объекте защиты и сопоставления их с соответствующими нормативными значениями пожарных рисков, установленными Федеральным законом от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Расчетные величины пожарного риска являются количественной мерой возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей. Расчет пожарного риска производится в соответствии с «Методикой определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности», утвержденной приказом МЧС России № 382 от 30.06.2009 г., с учетом изменений в соответствии с приказами № 749 от 12.12.2011 г. и № 632 от 02.12.2015 г.

Проведения расчетов по оценке пожарного риска

Пожар в зрительном зале. В помещении с массовым пребыванием людей. Выход ближайший к очагу пожара с наибольшей пропускной способностью принят заблокированным с первых секунд пожара. При возникновении пожара существует вероятность блокирования эвакуационных выходов. При возникновении пожара этажа происходит задымление путей эвакуации. Строительные конструкции здания в результате пожара могут получить стандартные термические повреждения в виде частичного обрушения штукатурного слоя, растрескивания кирпичной кладки и т.д. В расчетную схему

включены 1 и 2 этажи. В качестве горючей нагрузки принята типовая нагрузка – зрительные залы. Все дверные проемы приняты открытыми, оконные проемы закрыты.

Перечень исходных данных

Класс функциональной пожарной опасности здания: Ф4.1 (Общеобразовательные организации) ($Q_p = 0,0116$)

Наличие систем автоматической пожарной сигнализации: Выполнена по нормам ($K_{обн} = 0,8$)

Наличие систем оповещения и управления эвакуацией: Тип 3 ($K_{соуэ} = 0,8$)

Наличие систем противодымной защиты: Выполнена по нормам ($K_{пдз} = 0,8$)

Наличие систем автоматического пожаротушения: Не требуется ($K_{ап} = 0,9$)

Время нахождения людей в здании: 12 ч ($R_{пр} = 0,5$)

Таблица. Экспликация помещений

Наименование	Площадь, м ²	Количество людей	С очагом пожара
Этаж 1			
Помещение 1	411,03	367	+

Оборудование здания системой дымоудаления

Здание оборудовано системой дымоудаления, состоящей из следующих элементов:

Расположение	Наименование	Тип	Расход воздуха, м ³ /ч	Размер, м	Высота от уровня этажа, м	Время включ., с
Этаж 2						
перекрытие	Вентиляция 1	Вытяжная	10000	1×1	5	0

Определение времени блокирования путей эвакуации

Рассматриваются значения опасных факторов пожара на высоте расположения регистраторов (по умолчанию на высоте рабочей зоны помещений – 1.7 метра от уровня пола этажа). Для каждого опасного фактора пожара определяется предельно допустимое значение, превышение которого означает блокирование пути эвакуации по данному фактору.

Моделирование динамики развития пожара проводится в следующих областях расчёта:

Таблица. Области расчета

Расположение	Наименование	Размер, м	Размер ячейки, м	Охватываемые помещения
Этаж 1	Область расчета 1	51×39×5,55	0,5	Помещение 1
Этаж 2	Область расчета 2	51×39×5,5	0,5	

Параметры окружающей среды:

- температура: 20 °С
- давление: 101325 Па (760 мм рт. ст.)
- относительная влажность: 40 %
- температура в помещениях: 20 °С

Горючая нагрузка: Сценическая часть зрительного зала; древесина

Таблица. Параметры горючей нагрузки

Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	13800
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0368
Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м ² · с)	0,0145
Коэффициент полноты сгорания	—	0,93
Удельная мощность	кВт/м ²	186,093

Дымообразующая способность	Нп · м ² /кг	57
Потребление кислорода (O ₂)	кг/кг	1,15
Выделение углекислого газа (CO ₂)	кг/кг	1,57
Выделение угарного газа (CO)	кг/кг	0,024
Выделение хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0

Моделировалась динамика развития пожара в течение 220 с.

На этаже "Этаж 1" расположены регистраторы:

— на уровне 1,7 м (на высоте 1,7 м от уровня этажа): "Дверь 1", "Дверь 2"

— на уровне 3,05 м (на высоте 3,05 м от уровня этажа): "Дверь 3", "Дверь 4", "Дверь 5", "Дверь 45"

— на уровне 3,6 м (на высоте 3,6 м от уровня этажа): "Дверь 30"

На этаже "Этаж 2" расположены регистраторы:

— на уровне 7,2 м (на высоте 1,7 м от уровня этажа): "Дверь 22", "Дверь 23"



Рисунок. Этаж 1. Пожарная модель.



Рисунок. Этаж 2. Пожарная модель.

Следующий рисунок показывает динамику развития ОФП.

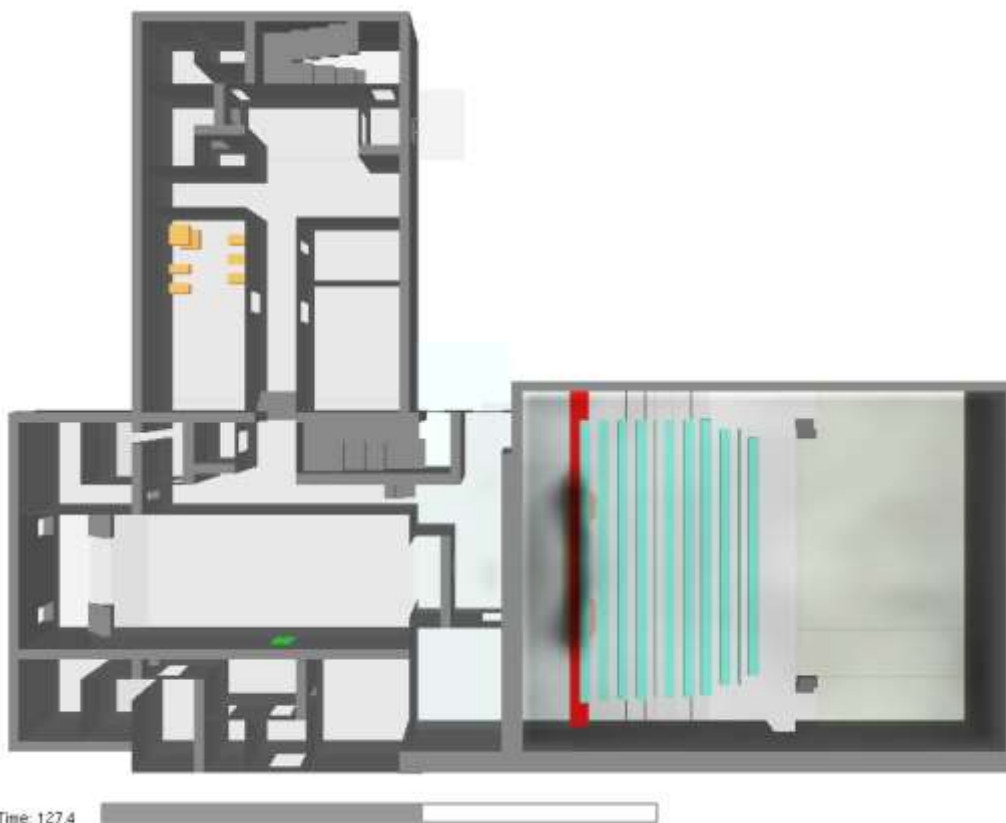


Рисунок. Этаж 1. Распространение дыма через 127,4 с после начала пожара.

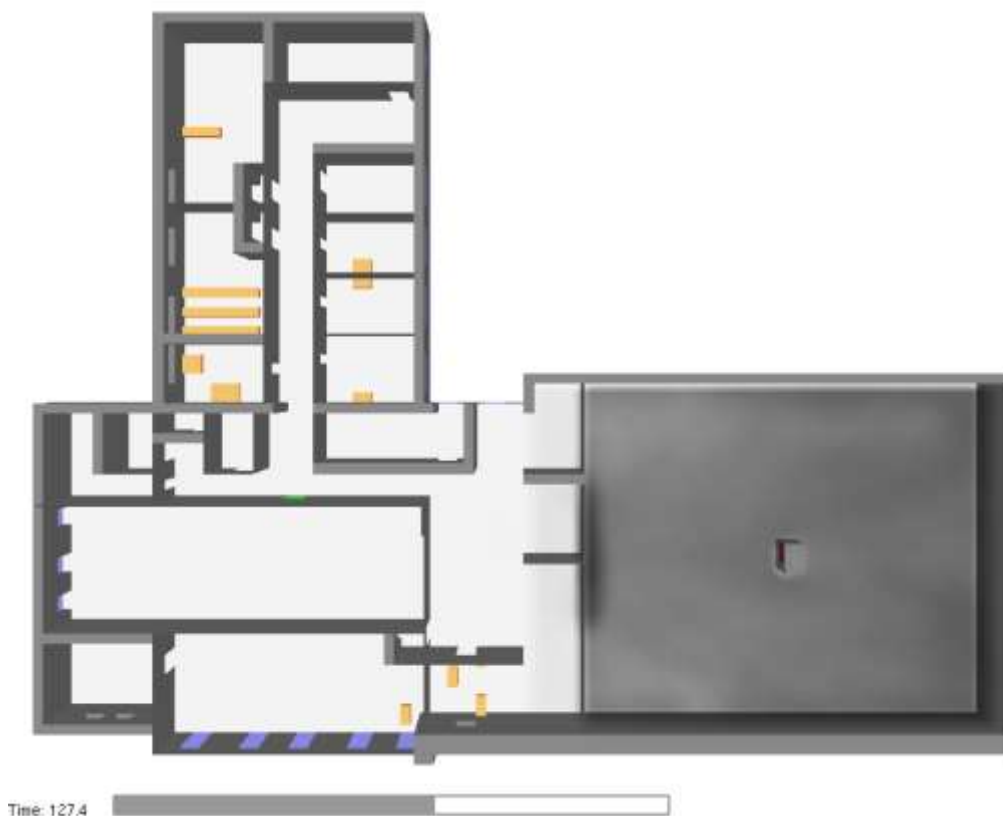


Рисунок. Этаж 2. Распространение дыма через 127,4 с после начала пожара.

Составление расчётных схем и определение расчетного времени эвакуации людей

В соответствии с объемно-планировочными решениями здания, геометрическими размерами эвакуационных путей и выходов, а также известными особенностями поведения людей при пожарах (движение к более широким и хорошо заметным выходам, выбор более короткого пути эвакуации, использование знакомых маршрутов движения и т.п.) были составлены расчётные схемы эвакуации с этажей здания. Количество и расположение людей принималось в соответствии с данными, предоставленными заказчиком.

Таблица. Расположение людей

Расположение		Количество людей
Этаж 1		Всего: 417
		400 - М1
		6 - М2
		6 - М3

		5 - М4
	Помещение 1	Всего: 367 352 - М1 6 - М2 5 - М3 4 - М4
	Вне помещений	Всего: 50 48 - М1 1 - М3 1 - М4
Этаж 2		Всего: 90 88 - М1 1 - М2 1 - М3
	Вне помещений	Всего: 90 88 - М1 1 - М2 1 - М3
ИТОГО		Всего: 507 488 - М1 7 - М2 7 - М3 5 - М4

Для определения времени эвакуации были составлены поэтажные расчётные схемы эвакуации.



Рисунок. Этаж 1. Люди и траектории их движения на этаже.

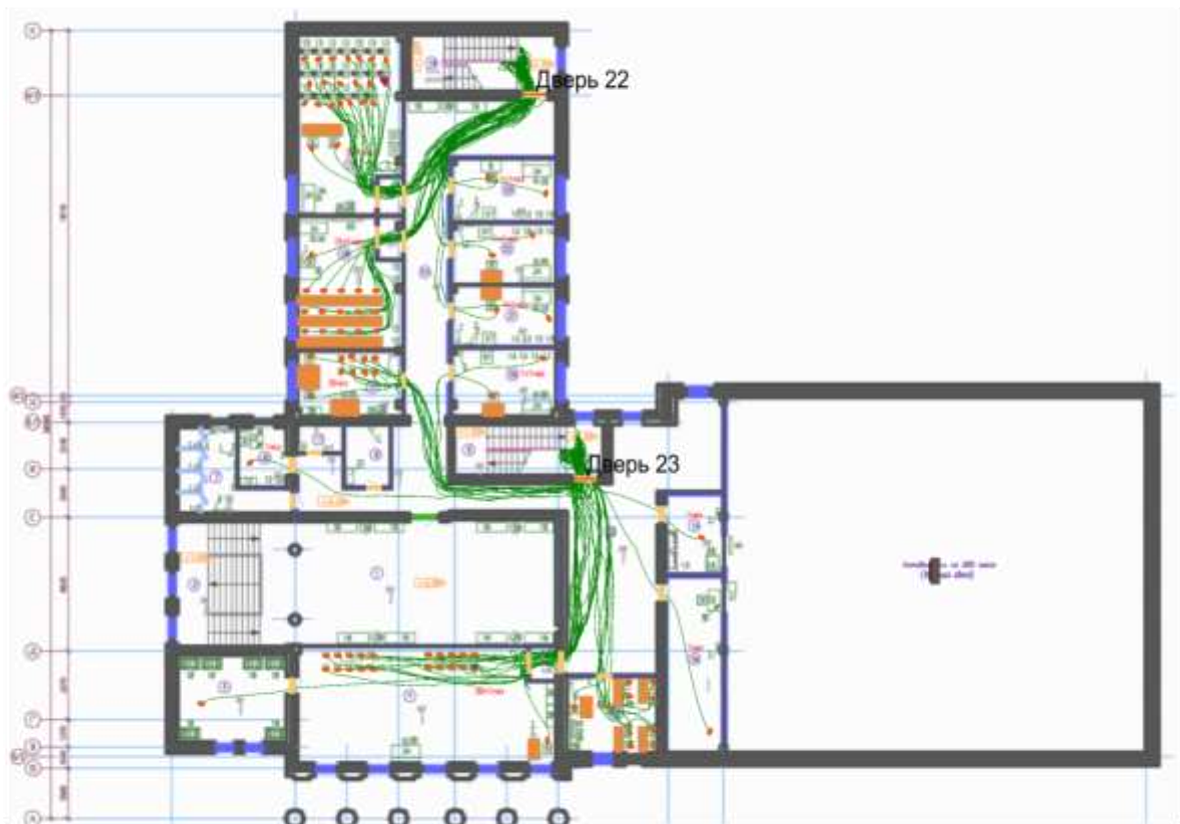


Рисунок. Этаж 2. Люди и траектории их движения на этаже.

Результаты моделирования движения людей

Значение времени начала эвакуации $t_{НЭ}$ (с) для помещения очага пожара определялось по формуле:

$$t_{НЭ} = 5 + 0,01 \cdot F$$

где F - площадь помещения, м²

Время начала эвакуации: $t_{НЭ} = 9,1$ с

Время эвакуации: $t_{Э} = t_{НЭ} + t_{Р} = 151$ с

Время существования скоплений: $t_{СК} = 37,6$ с

Общее количество людей: 507

Количество эвакуировавшихся людей: 507

Таблица. Статистика использования выходов

Расположение	Наименование	Время первого, с	Время последнего, с	Количество людей
Этаж 1				
	Выход 1	11,6	66,6	182
	Выход 2	12,0	63,2	171
	Выход 3	17,8	150,8	64
	Выход 4	96,8	145,2	79
	Выход 5	96,2	101,8	7
	Выход 6	94,2	98,0	4

Расчёт вероятности эвакуации людей

Вероятность эвакуации $P_{Э}$ из зданий (за исключением зданий классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4), рассчитывают по формуле (4) Методики [4].

**Таблица. Определение вероятности эвакуации
(за исключением классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3
и Ф1.4)**

Расположе ние	Наименова ние	Время блокирован ия, $t_{бл}, c$	Необходи мое время эвакуации , $0,8 t_{бл}, c$	Время начала эвакуац ии, $t_{нэ}, c$	Время эвакуац ии, $t_э = t_{нэ} +$ t_p, c	Вероятно сть эвакуаци и, $P_э$
Этаж 1						
Помещение 1	Дверь 1	>220	>176	9,1	62,4	0,999
	Дверь 2	>220	>176	9,1	64,8	0,999
	Дверь 4	146,1	116,9	9,1	34,4	0,999
	Дверь 5	127,4	101,9	не используе тся	не используе тся	0,999
Вне помещений	Дверь 3	200,9	160,7	9,1	102,8	0,999
	Дверь 30	>220	>176	90,0	144,4	0,999
	Дверь 45	194,1	155,3	90,0	93,2	0,999
Этаж 2						
Вне помещений	Дверь 22	>220	>176	90,0	111,8	0,999
	Дверь 23	>220	>176	90,0	119,4	0,999

"не используется" - люди не проходят через регистратор.

Расчёт величины индивидуального пожарного риска для сценария

Расчетная величина индивидуального пожарного риска $Q_{в,i}$ для i -го сценария пожара в зданиях (за исключением классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4) рассчитывается по формуле (6):

$$Q_{в,i} = Q_{п,i} \cdot (1 - K_{ан,i}) \cdot P_{пр,i} \cdot (1 - P_{э,i}) \cdot (1 - K_{н.э,i})$$

где $Q_{п}$ — частота возникновения пожара в здании в течение года, определяется на основании статистических данных, приведенных в «Приложении № 1 Методики по определению расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности — приказ МЧС РФ от 30.06.2009 № 382».

$$Q_{п} = 0,0116$$

$K_{АП,i}$ — коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения требованиям нормативных документов по пожарной безопасности

$K_{АП} = 0,9$, так как оборудование здания системой АУП не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности

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

$$P_{пр} = t_{функци}/24 = 12 / 24 = 0,500$$

$P_{э}$ — вероятность эвакуации людей;

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

$$K_{н.з,i} = 1 - (1 - K_{обн,i} \cdot K_{СОУЭ,i}) \cdot (1 - K_{обн,i} \cdot K_{ПДЗ,i})$$

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

$K_{обн,i} = 0,8$, так как здание оборудовано системой пожарной сигнализации, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности

$K_{СОУЭ,i}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{СОУЭ,i} = 0,8$, так как здание оборудовано системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности

$K_{ПДЗ,i}$ — коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{ПДЗ,i} = 0,8$, так как здание оборудовано системой противодымной защиты, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности

С учетом вышеизложенного, подставим полученные значения в расчетную формулу:

$$K_{П.З} = 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,8 \cdot 0,8) = 0,8704$$

Определим величину индивидуального пожарного риска:

$$Q_B = 0,0116 \cdot (1 - 0,9) \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,999) \cdot (1 - 0,8704) = 7,517 \cdot 10^{-8}$$

Результаты расчёта показывают, что индивидуальный пожарный риск для данного сценария не превышает значения, установленного Федеральным Законом №123-ФЗ.

Заключение

В результате определения расчетных величин индивидуального пожарного риска установлено:

Эвакуации с этажей здания групп населения с ограниченными возможностями передвижения обеспечивается за необходимое время в соответствии п.5.2.27 СП59.13330.2012, расстояние от наиболее удаленных мест пребывания инвалидов до эвакуационных выходов не превышает предельных, устройство зон безопасности не требуется.

Пути эвакуации из зрительных зала и с эстрады, обеспечивают эвакуацию за необходимое время в соответствии п.6.1.31, табл. 11 СП1.13130.2009. Время эвакуации из зала составляет 85 секунд, требуемое время 120 секунд, время эвакуации с эстрады 57 секунд, требуемое время 90 секунд.

Объект: «Кинотеатр "Родина", г. Волжск, ул. Коммунистическая, д. 3а» приспособленный под образовательную организацию «Школу искусств», имеет такое объемно-планировочное и организационно-техническое исполнение, что индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому и не превышает значение одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания точки.

Список литературы:

1. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ (ред. от 29.07.2017) // Справочно-правовая система «Консультант-Плюс».
2. ГОСТ 12.1.004-91. «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования» (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 14.06.1991 № 875) (ред. от 01.10.1993).
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 г. №272 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» // Справочно-правовая система «Консультант-Плюс».
4. Приложение к Приказу МЧС России № 382 от 30.06.2009 г. «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности» (ред. от 02.12.2015 г.).
5. Применение полевого метода математического моделирования пожаров в помещениях: методические рекомендации. М.: ВНИИПО, 2003. 35 С.
6. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие. М.: Академия ГПС МВД России, 2000. 118 С.
7. Абашкин А.А. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». М.: ВНИИПО, 2014. 226 с.