

УДК 614.849

**О РЕЗУЛЬТАТАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ  
И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА  
СПОРТИВНО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА  
«ОЛИМПИЙСК» Г. ГРОЗНЫЙ**

*Митаева З.А.,*

*Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
г. Иваново, Российская Федерация*

*Маринич Е.Е.*

*Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
г. Иваново, Российская Федерация*

*E-mail: Zarinamitaeva@mail.ru*

**Аннотация.** В статье описываются результаты моделирования эвакуации людей и распространения опасных факторов пожара спортивно-развлекательного комплекса «Олимпийск» г. Грозный. В описываемой работе определено расчетное время эвакуации людей при пожаре, время блокирования путей эвакуации. Приведено описание управления и расчета пожарных рисков, последствий воздействия опасных факторов пожара на людей при различных сценария развития пожара.

**Ключевые слова:** пожарная безопасность, многофункциональные здания, спортивные комплексы, обязательные требования пожарной безопасности, эвакуация людей при пожаре, опасные факторы пожара.

**ON THE RESULTS OF MODELING THE EVACUATION OF PEOPLE AND  
THE SPREAD OF FIRE HAZARDS OF THE SPORTS AND ENTERTAIN-  
MENT COMPLEX «OLYMPIC» GROZNY**

## НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: НОВОЕ ВРЕМЯ

*Zarina A. Mitaeva,*

*Ivanovo Fire and Rescue Academy of State Fire Service  
of the Ministry of Emergency Situations of Russia,  
Ivanovo, Russia*

*Evgeniy E. Marinich*

*Ivanovo Fire and Rescue Academy of State Fire Service  
of the Ministry of Emergency Situations of Russia,  
Ivanovo, Russia*

*E-mail: [Zarinamitaeva@mail.ru](mailto:Zarinamitaeva@mail.ru)*

**Annotation.** The article describes the results of modeling the evacuation of people and the spread of fire hazards of the sports and entertainment complex «Olympic» Grozny. In the described work, the estimated time of evacuation of people in case of fire, the time of blocking evacuation routes is determined. The description of the management and calculation of fire risks, the consequences of the impact of fire hazards on people under various scenarios of fire development is given.

**Keywords:** fire safety, multifunctional buildings, sports complexes, mandatory fire safety requirements, evacuation of people in case of fire, fire hazards.

Расчетное время эвакуации людей  $t_p$  из помещений и зданий устанавливается по расчету времени движения одного или нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей. При расчете весь путь движения людского потока подразделяется на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур) длиной  $l_i$  и шириной  $\delta_i$ . Начальными участками являются проходы между рабочими местами, оборудованием, рядами кресел и т.п. [2,3].

Учитывая то, что рассматриваемый объект имеет достаточно простую геометрическую конфигурацию, наиболее приемлемым является использование двухзонной модели динамики опасных факторов пожара, реализуемой программой СИТИС: «Флоутэк» [5, 6].

## НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: НОВОЕ ВРЕМЯ

При решении задач с использованием двухзонной модели пожар в здании характеризуется усредненными по массе и объему значениями параметров задымленной зоны:

$T$  – температура среды в задымленной зоне, К;

$\mu$  – оптическая плотность дыма, Нп/м;

$x_i$  – массовая концентрация  $i$ -того токсичного продукта горения в задымленной зоне, кг/кг;

$x_k$  – массовая концентрация кислорода, кг/кг;

$Z$  – высота нижней границы слоя дыма, м.

Оценка пожарного риска проведена на основании ст. 6 [1] в соответствии с Методикой [4].

Определение расчетных величин пожарного риска производится на основании:

- а) анализа пожарной опасности здания;
- б) определения частоты реализации пожароопасных ситуаций;
- в) построения полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития;
- г) оценки последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития;
- д) наличия систем обеспечения пожарной безопасности здания.

В таблице 1 приведены данные о расчетных точках, выставленных при моделировании.

Таблица 1

Расчетные точки

Сценарий	Расчетная точка	Время начала эвакуации, мин.	Время эвакуации, мин.	Время скопления, мин.	Элемент пути
Пожар в подвале				0.00	
-//-	рт_01	0.00	0.97		Коридор_11

## НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: НОВОЕ ВРЕМЯ

Сценарий	Расчетная точка	Время начала эвакуации, мин.	Время эвакуации, мин.	Время скопления, мин.	Элемент пути
-//-	рГ_02	0.00	0.49		Коридор_01
-//-	рГ_03	0.00	0.27		Коридор_06
Пожар на 2 этаже				0.00	
-//-	рГ_14	0.00	0.35		Коридор_31
-//-	рГ_15	0.00	0.17		Коридор_69
-//-	рГ_16	0.00	0.00		Коридор_33
-//-	рГ_17	0.00	0.00		Коридор_32
Пожар на 3 этаже				5.43	
-//-	рГ_04	0.00	0.13		Коридор_64
-//-	рГ_07	0.00	2.90		Коридор_54
-//-	рГ_08	0.00	2.74		Коридор_53
-//-	рГ_09	0.00	5.87		Коридор_51
-//-	рГ_10	0.00	5.64		Коридор_55
-//-	рГ_11	0.00	0.50		Коридор_65
-//-	рГ_12	0.00	0.28		Коридор_68
-//-	рГ_13	0.00	0.13		Коридор_67

В таблице 2 приведены данные об основных параметрах элементов сценария.

Таблица 2.

Основные параметры элементов сценария

Этаж	Объект	Дочерний объект	Длина, м.	Ширина, м.	Высота, м.
Этаж_01					4.00
	Коридор_01		37.28	5.34	4.00
		рГ_02			1.70
	Коридор_02		13.34	10.91	4.00

## НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: НОВОЕ ВРЕМЯ

Этаж	Объект	Дочерний объект	Длина, м.	Ширина, м.	Высота, м.
	Коридор_06		13.42	9.73	4.00
		Верт_проем_01		1.00	0.20
		рт_03			1.70
	Коридор_09		7.90	1.36	4.00
	Коридор_11		11.01	2.20	4.00
		Дверь_08	0.20	1.40	2.00
		Дверь_13	0.20	1.00	2.00
		рт_01			1.70
	Коридор_13		4.83	1.21	4.00
	Коридор_14		3.42	0.73	4.00
	Коридор_15		1.93	0.66	4.00
	Помещение_02		16.12	14.64	4.00
		Дверь_01	0.20	1.00	2.00
		Дверь_09	0.20	1.00	2.00
	Помещение_04		8.08	5.07	4.00
		Дверь_04	0.20	1.00	2.00
		Дверь_10	0.20	1.00	2.00

В таблице 3 приведены данные о свойствах поверхности горения.

Таблица 3.

### Свойства поверхности горения.

Параметр	Ед. изм.	Значение
Расположение		Коридор_06
Площадь	м <sup>2</sup>	130
Типовая горючая нагрузка		Здания I-II ст. огнест.; мебель+бытовые изделия
h — Коэффициент полноты горения		0,97
Q — Низшая теплота сгорания	МДж/кг	13,8
у F — Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м <sup>2</sup> ·с)	0,0145

## НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: НОВОЕ ВРЕМЯ

Параметр	Ед. изм.	Значение
$v$ — Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0108
$L_{O_2}$ — Удельный расход кислорода	кг/кг	1,03
$D_m$ — Дымообразующая способность горящего материала	$Нп \cdot м^2 / кг$	270
Макс. выход $CO_2$	кг/кг	0,203
Макс. выход CO	кг/кг	0,0022
Макс. выход HCl	кг/кг	0,014
Критерий возгорания		Время
Величина критерия возгорания	с.	0

В таблице 4 приведены результаты расчёта времени блокирования эвакуационных выходов.

Таблица 4.

### Результаты расчёта времени блокирования

Расчетная точка	Время блокирования	По повышенной температуре	По потере видимости	По пониженному содержанию кислорода	По $CO_2$	По CO	По HCL	По тепловому потоку
рт_02	Не опасно	Не опасно	Не опасно	Не опасно	Не опасно	Не опасно	Не опасно	Не опасно
рт_03	113	Не опасно	113	Не опасно	Не опасно	Не опасно	Не опасно	Не опасно
рт_01	Не опасно	Не опасно	Не опасно	Не опасно	Не опасно	Не опасно	Не опасно	Не опасно

На основании ч.1 ст.6 [2] проведена оценка пожарного риска для здания спортивно-развлекательного комплекса «Олимпийск».

Расчетный индивидуальный пожарный риск для здания спортивного комплекса составляет  $Q_B = 1,5 \cdot 10^{-5}$ ,

## НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: НОВОЕ ВРЕМЯ

Допустимый индивидуальный пожарный риск для здания спортивного комплекса должен составлять не более  $Q_B^H = 1 \cdot 10^{-6}$ .

$$Q_B = 1,5 \cdot 10^{-5} > Q_B^H = 1 \cdot 10^{-6} \quad (1)$$

Анализ выполненных расчетов показал, что при существующих объемно-планировочных решениях, пожарная безопасность объекта считается не обеспеченной и как следствие спорткомплекс «Олимпийск» не соответствует требованиям норм и правил пожарной безопасности.

Для доведения объекта до требований норм и получения положительных результатов расчета индивидуального пожарного риска для здания спортивного комплекса необходимо выполнить следующие мероприятия:

По блоку I

На отм. +0,000:

1. В коридорах здания в осях «40-57» рядов «И-К» предусмотреть систему автоматического дымоудаления.

На отм.+4,000:

1. Трибуны зала выполнить с количеством не более 600 мест или конструкции зала выполнить с пределом огнестойкости, предусмотренным для здания I степени огнестойкости.

2. В зрительном зале трибуны выполнить таким образом, чтобы расстояние от спинки до спинки между рядами кресел в зрительном зале составляло не менее 0,9 м. При этом число непрерывно установленных мест при одностороннем выходе из ряда не должно превышать 26, при двухстороннем не более 50 мест.

3. Открывание дверей, выходящих на лестничную клетку из помещения холла на отм. +4,000 в осях «VI-VII» рядов «И-К», предусмотреть по направлению движения из здания.

По блоку Ia

На отм. +0,000:

## НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: НОВОЕ ВРЕМЯ

1. Площадку крыльца на выходе из помещения банного комплекса Велес, в осях «54-55» ряда «Б» с наружной стороны предусмотреть на уровне пола коридора банного комплекса.

2. Из помещений саун банного комплекса выход в осях «56-57» рядов «Г-И», предусмотреть через тамбур-шлюз с подпором воздуха, или предусмотреть другой эвакуационный выход, ведущий непосредственно наружу.

На отм. +4,000:

1. Открытую наружную лестницу 3-го типа, ведущую из административной части блока расположить на расстоянии не менее 1 м от оконного проема либо выполнить данное окно в противопожарном исполнении.

2. Подтвердить показатели пожарной опасности обоев используемых для отделки стен коридора блока Ia.

3. В коридорах здания в осях «54-57» рядов «Б-Ж» без естественного освещения предусмотреть дымоудаление (п.5.33 [7]).

По блоку II

На отм. +0,000:

1. Демонтировать установленные турникеты.

На отм. + 4,000:

1. В лестничной клетке в осях «39-40» рядов «А-а» ступени выполнить одинаковой высотой.

2. Двери, ведущие в лестничную клетку фитнес-центра на втором этаже, в осях «39-40» рядов «А-а» выполнить открывающимися по направлению выхода из здания

3. Наружная лестница 3-го типа ведущая из тренажерного зала наружу в осях блока 2 расположить на расстоянии не менее 1 м от окна либо выполнить данное окно в противопожарном исполнении.

По блокам III-IV

1. Подтвердить показатели пожарной опасности обоев, используемых для отделки стены коридора в осях «26-30» рядов «Д-Е».

## НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: НОВОЕ ВРЕМЯ

2. Двери выхода из коридора в осях «25-26 рядов «Е-Ж» выполнить открывающимися по направлению выхода из здания.

3. В коридорах здания в осях «26-31» рядов «Е-Ж» без естественного освещения предусмотреть систему автоматического дымоудаления.

4. Съезды с крыльца спортивного комплекса, предназначенные для инвалидов на колясках в осях «III-V» ряда «Л» выполнить с уклоном не более 1:12.

После выполнения предлагаемых технических решений величина индивидуального пожарного риска для здания спортивно-развлекательного комплекса «Олимпия» будет составлять менее  $Q_B^H = 1 \cdot 10^{-6}$ , а пожарная безопасность объекта считается обеспеченной.

### Список использованной литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22.07.2008 г. № 123–ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
  2. Приказ МЧС России от 30.06.09 г. №382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».
  3. Приказ МЧС России 632 от 02.12.2015 «О внесении изменений в методику определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». – Текст : электронный. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071128> (дата обращения 17.09.2021).
  4. Пособие по применению «Методики определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». – Текст : электронный. – URL: [http://www.norm-load.ru/SNiP/2014/382\\_posob\\_14/1-5.htm](http://www.norm-load.ru/SNiP/2014/382_posob_14/1-5.htm) (дата обращения 17.09.2021).
  5. Методические рекомендации по использованию программ «СИТИС: Блок». – Текст : электронный. – URL: <http://sitis.ru/download/doc12158> (дата обращения 17.09.2021).
  6. Методические рекомендации по использованию программ «СИТИС: Флоутек». – Текст : электронный. – URL: <http://sitis.ru/download/doc22453/> (дата обращения 17.09.2021).
  7. СП 1.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы.
-

## **НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: НОВОЕ ВРЕМЯ**

### ***Информация об авторах:***

**Митаева Зарина Алиевна** – магистрант, Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, 153040, г. Иваново, проспект Строителей, 33

**Маринич Евгений Евгеньевич** – старший преподаватель кафедры пожарно-строевой и физической подготовки и ГДЗС, Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, 153040, г. Иваново, проспект Строителей, 33