

## Пожарная безопасность двухэтажных храмов

© В.И. Присадков<sup>1</sup>, С.В. Мусласова<sup>1</sup>✉, Д.В. Ушаков<sup>1</sup>, А.А. Абашкин<sup>1</sup>, К.В. Присадков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (Россия, 143903, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12)

<sup>2</sup> ООО «Центр проектно-сметных работ» (Россия, 600000, г. Владимир, ул. Большая Московская, 61)

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Построенные в прошлые века двухэтажные храмы являются, как правило, памятниками истории и архитектуры. На первом этаже зданий располагается зимняя церковь, а на втором этаже — летняя церковь площадью от 80 до 200 м<sup>2</sup>. Количество людей в верхней церкви может превышать 200 чел. Из верхней церкви в историческом здании обычно предусмотрен только один эвакуационный выход. При этом возможность устройства дополнительных выходов из храма отсутствует. Возникает противоречие между законодательством об охране памятников, которое не позволяет менять исторический облик зданий, и требованиями нормативных документов по пожарной безопасности, предусматривающими устройство нескольких выходов с этажа, если количество людей, одновременно находящихся в помещении, превышает 50 чел. Целью статьи является разработка предложений в нормативные документы, выполнение которых позволит увеличить допустимое количество людей в православной церкви с одним выходом свыше 50 чел.

**Теоретические основы разработки предложений в нормативные документы.** Применяемые сегодня методы гибкого нормирования требований пожарной безопасности позволяют гармонизировать требования законов, регламентирующих вопросы приспособления объектов культурного наследия для современного использования. Критерием пожарной безопасности двухэтажного храма является величина индивидуального пожарного риска.

**Расчетное обоснование эффективности системы обеспечения пожарной безопасности.** Для обеспечения пожарной безопасности зданий двухэтажных храмов предложена система мероприятий, позволяющая на практике увеличить количество посетителей в верхних церквях свыше 50 чел. Рассмотрен пример действующего храма, демонстрирующий возможность увеличения количества людей в верхней церкви до 100 чел. Представлены результаты моделирования процесса эвакуации людей из верхней церкви.

**Выводы.** На примере расчета индивидуального пожарного риска для храма с одним выходом обосновано выполнение критерия пожарной безопасности. Сформулированы предложения для включения в нормативные документы с целью допущения нахождения в храмах с одним выходом более 50 чел.

**Ключевые слова:** объект культурного наследия; эвакуационный выход; критерий пожарной безопасности; индивидуальный пожарный риск; опасные факторы пожара

**Для цитирования:** Присадков В.И., Мусласова С.В., Ушаков Д.В., Абашкин А.А., Присадков К.В. Пожарная безопасность двухэтажных храмов // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2021. Т. 30. № 3. С. 65–75. DOI: 10.22227/0869-7493.2021.30.03.65-75

✉ Мусласова Светлана Витальевна, e-mail: msv-nika@yandex.ru

## The fire safety of two-storey church buildings

© Vladimir I. Prisadkov<sup>1</sup>, Svetlana V. Muslakova<sup>1</sup>✉, Dmitriy V. Ushakov<sup>1</sup>, Aleksandr A. Abashkin<sup>1</sup>, Konstantin V. Prisadkov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (VNIPO, 12, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russian Federation)

<sup>2</sup> Design and Estimate Center (Bolshaya Moskovskaya St., 61, Vladimir, 600000 Russian Federation)

### ABSTRACT

**Introduction.** Two-storey church buildings, that date back to the past centuries, are usually regarded as monuments of history and architecture. Their facades cannot be changed when buildings are adapted for modern use. The ground floor of a church building is used as a warm winter church, and the first floor is an unheated summer church. The evacuation of church members from the ground floor in case of fire is organized in accordance with fire safety regulations. If the area of the upper church floor is 80...200 m<sup>2</sup> or more, the number of people may exceed 100 people there. As a rule, the upper church has one evacuation exit, which is contrary to the fire safety regulations, that prescribe the availability of several exits from the upper church floor when the number of people there exceeds fifty. The purpose of the article is to propose fire safety amendments in

respect of cultural heritage monuments, so that the acceptable number of people inside a church building, that has one exit, can exceed fifty.

**Theoretical foundations of amendments to fire safety regulations.** Methods of flexible fire safety control, applied today, allow for the regulatory harmonization of the requirements applicable to the adaptation of immovable cultural heritage for modern use. The level of individual risk is the fire safety criterion for a two-storey church building.

**Substantiation of effectiveness of the fire safety system.** A system of measures is proposed to ensure the fire safety of two-storey church buildings. The proposals will allow to increase the number of people on the first floor, so that it can exceed fifty. The case of a functional church is analyzed, which demonstrates methods of increasing the number of people inside it to one hundred. The results of modeling the process of evacuation from the upper church floor are presented.

**Conclusions.** An individual risk, arising in a church building that has one exit, is analyzed, and the implementation of the fire safety criterion is substantiated. Draft amendments to the fire safety regulations have been proposed, so that the number of people inside a church building, that has one exit, can exceed fifty.

**Keywords:** object of cultural heritage; emergency exit; fire safety criterion; individual risk; dangerous fire factors

**For citation:** Prasadkov V.I., Muslakova S.V., Ushakov D.V., Abashkin A.A., Prasadkov K.V. The fire safety of two-storey church buildings. *Pozharovzryvobezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2021; 30(3):65-75. DOI: 10.22227/0869-7493.2021.30.03.65-75 (rus).

✉ Svetlana Vitalyevna Muslakova, e-mail: msv-nika@yandex.ru

## Введение

Среди охраняемых объектов культурного наследия народов России значительную часть составляют объекты религиозного назначения — культовые сооружения (соборы, храмы, церкви, мечети, синагоги, монастыри). Такие объекты уникальны не только как духовное и культурно-историческое наследие, но и как шедевры архитектуры. Вопрос обеспечения их пожарной безопасности актуален не только с точки зрения сохранения культовых зданий, а также в связи с тем, что большинство этих сооружений являются объектами с массовым пребыванием людей. Поэтому особую актуальность приобретают вопросы противопожарной защиты объектов религиозного назначения и техническое регулирование в части обеспечения их пожарной безопасности [1].

Как правило, ранее построенные православные церкви размещаются в зданиях, представляющих историческую ценность. Во внутренней отделке могут применяться перекрытия и перегородки из горючих материалов, имеющие большие пустоты. Многие молельные залы в церквях имеют световые фонари и антресоли. Высота помещений и наличие в них горючих предметов создают благоприятные условия для быстрого распространения пожара.

Экспертиза пожаров показывает, что причинами их возникновения и развития зачастую являются неисправная электропроводка, нарушение правил пожарной безопасности при проведении ремонтно-реставрационных работ, позднее обнаружение и сообщение о возгорании и, как следствие, быстрое распространение пожара на большой площади [2]. Инциденты с возгораниями в православных церквях, в католических костелах, в мечетях, в синагогах имеют обычно одинаковую природу и случаются с примерно равной вероятностью [3].

В России в XVIII–XIX веках получили широкое распространение двухэтажные каменные храмы,

сочетающие красоту здания и рационализм объемно-планировочных решений. На рис. 1–4 в качестве примеров представлены фотографии известных двухэтажных каменных храмов Московской и Владимирской областей.

На нижнем (первом) этаже располагается зимняя (отапливаемая) церковь. Ранее отопление в зданиях было в основном печное. Предусматривалась система вентиляции внутри кирпичных стен, обеспечивающая подачу горячего воздуха от печи по всему молельному залу. Как правило, молельный зал нижней церкви находился в высоком цоколе храма, имел низкий потолок и несколько выходов непосредственно наружу, если позволял рельеф местности. Зимняя церковь имела скромное убранство и не большой по высоте иконостас.

В сельской местности двухэтажные храмы строились как приходские, а в городах это были кафедральные или монастырские соборы. Верхний (второй) этаж предназначен для летней (парадной) церкви с высо-



**Рис. 1.** Церковь Владимирской иконы Божьей Матери (Рождества Христова) в усадьбе Быково Московской области  
**Fig. 1.** Church of the Vladimir Icon of the Mother of God (Nativity of Christ) in Bykovo estate, Moscow region





**Рис. 2.** Николо-Архангельская церковь в селе Никольское Балашихинского района Московской области

**Fig. 2.** Church of St. Nicholas the Archangel in Nikolskoye village, Balashikha district, Moscow region

кими потолками и богатым убранством для проведения торжественных богослужений. Как правило, в верхнюю церковь ведут красивая парадная лестница и один широкий вход. На рис. 5 представлены планы первого и второго этажей храма.

Площадь для молитвы в верхней церкви (притвор, трапезная и средняя часть) может составлять от 80 до 200 м<sup>2</sup>, что, согласно нормативным документам по пожарной безопасности (СП 258.1311500.2016<sup>1</sup>, СП 388.1311500.2018<sup>2</sup>), указывает на расчетное количество людей в верхней церкви более 100 человек.

СП 258.1311500.2016, п. 4.2.7 определено, что помещение должно иметь не менее двух эвакуационных выходов, если суммарное количество людей, находящихся в нем и примыкающих помещениях (с эвакуационным выходом только через это помещение), составляет 50 и более человек. В результате, при эксплуатации двухэтажных храмов возникает вопрос обеспечения безопасной эвакуации людей из верхней церкви при пожаре. Количество людей в ней во время праздничного богослужения может превышать 200 человек. Из верхней церкви в храмах исторической постройки, как правило, предусмотрен только один эвакуационный выход. При этом возможность устройства дополнительных выходов из храма отсутствует.

<sup>1</sup> Объекты религиозного назначения. Требования пожарной безопасности : (СП 258.1311500.2016) : утвержден и введен в действие приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) от 23 ноября 2016 г. № 615.

<sup>2</sup> Объекты культурного наследия религиозного назначения. Требования пожарной безопасности : (СП 388.1311500.2018) : утвержден приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) от 13 августа 2018 г. № 332 и введен в действие с 14 января 2019 г.



**Рис. 3.** Троицкий собор в Свято-Троицком Никольском мужском монастыре в городе Гороховец Владимирской области

**Fig. 3.** Trinity Cathedral in the Holy Trinity St. Nicholas Monastery, Gorokhovets, Vladimir region

В пособии по проектированию и строительству православных храмов [4], опубликованном в 2003 г., в разделе противопожарные мероприятия допускается строительство двухэтажных храмов I–III степеней огнестойкости. При этом при количестве молящихся до 300 человек предлагается использовать один эвакуационный выход. Автор [4] обращает внимание также на то, что в праздничные и престольные дни количество людей в храме может увеличиваться до 200 %, что необходимо учитывать в расчетах путей эвакуации.

Церкви на два этажа проектировались и строились на сотни прихожан, а по действующим сводам правил они могут эксплуатироваться с количеством людей не более 50 человек.

Таким образом, возникает противоречие между законодательством об охране памятников, которое не позволяет менять исторический облик здания, и требованиями нормативных документов по пожар-



**Рис. 4.** Воскресенская церковь в селе Рожино Владимирской области

**Fig. 4.** Resurrection Church in Roschino, Vladimir region

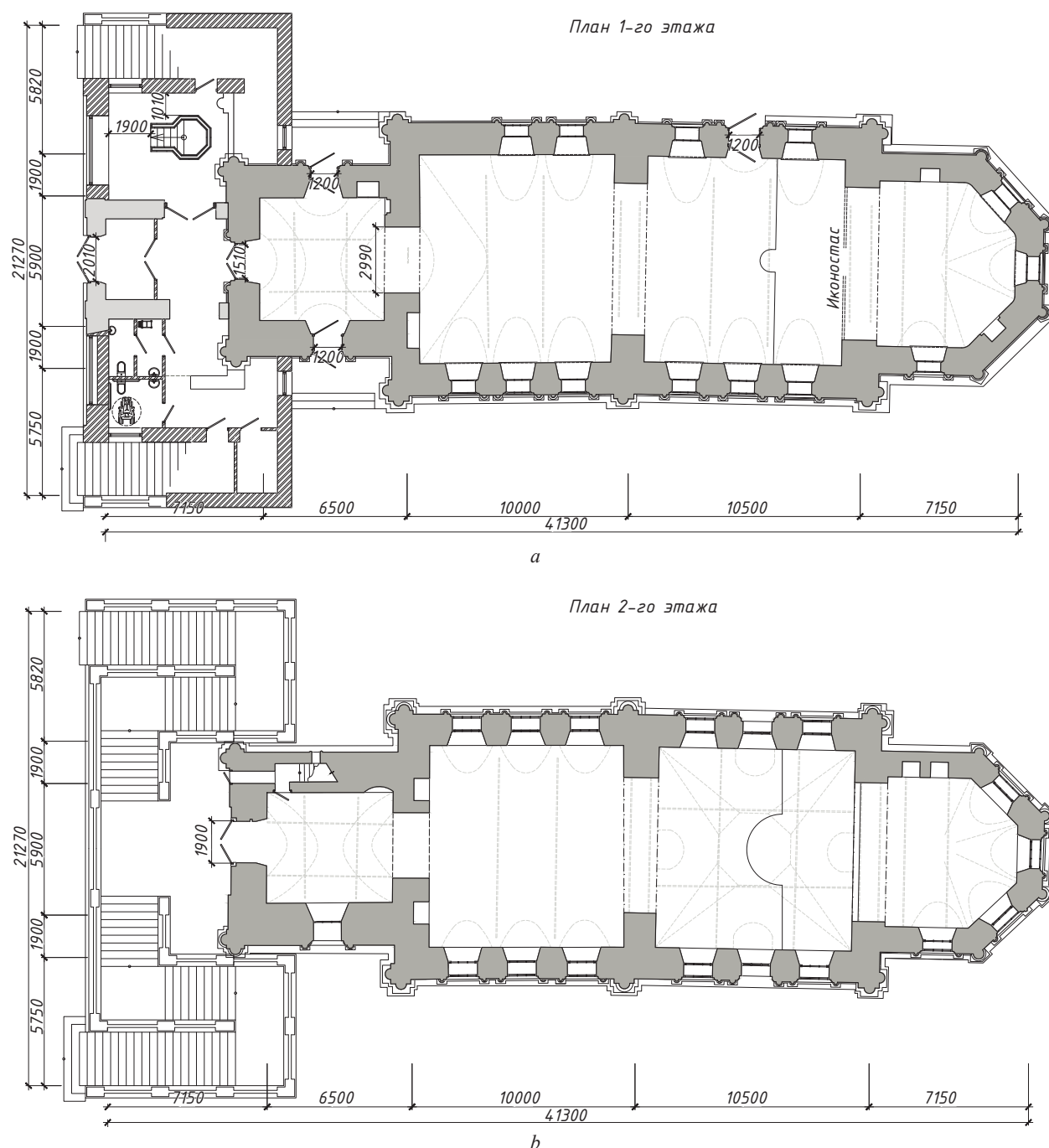


Рис. 5. Планы первого (а) и второго (б) этажей храма

Fig. 5. Plans of the first (a) and second (b) floors of a church building

ной безопасности, предусматривающими устройство нескольких выходов с этажа.

Целью статьи является разработка мероприятий, позволяющих безопасно эксплуатировать храмы исторической постройки с массовым пребыванием людей, и перечня предложений в нормативные документы по пожарной безопасности для объектов религиозного назначения, являющихся памятниками культурного наследия, выполнение которых позволит увеличить допустимое количество людей, одновременно находящихся в церкви с одним выходом более 50 человек.

### Теоретические основы разработки предложений в нормативные документы

Требования по обеспечению пожарной безопасности к объектам капитального строительства, к числу которых сегодня относятся объекты культурного наследия исторической постройки, представляющие собой ценность с точки зрения истории, археологии, архитектуры, градостроительства, не всегда применяются в этих зданиях. Это обусловлено уникальностью архитектуры зданий, их внутренней отделки и, следовательно, необходимостью



их сохранения. Поэтому проводить какие-либо перепланировки в зданиях, выделять отсеки противопожарными преградами, расширять пути эвакуации, заменять горючие перегородки негорючими, устанавливать автоматические средства пожаротушения не везде возможно [4]. К решению задач по защите людей, художественных и материальных ценностей от пожаров на таких объектах необходимо подходить комплексно: рассматривать нормативно-правовые вопросы, инженерно-техническое обеспечение, организацию профилактики от пожаров и т.п.

Предложения по доработке нормативных документов должны обеспечивать безопасность людей в храме, отражать специфику размещения храма на втором уровне зданий, объемно-планировочные и конструктивные характеристики храма, возможность использования современных инженерных средств защиты зданий.

Критерием, подтверждающим достаточность соответствующей системы противопожарной защиты двухэтажного религиозного здания, является выполнение требований Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»<sup>3</sup> (далее — ФЗ-123) по величине пожарного риска для людей в храме при пожаре или выполнение условий безопасной эвакуации людей из здания [4, 5].

Изложенные ниже результаты могут быть использованы как основа для включения в СП 258.1311500 дополнений<sup>4</sup>, позволяющих существенно увеличить вместимость исторических зданий, имеющих один эвакуационный выход, как это и было предусмотрено строителями храмов [6].

Время эвакуации, время от момента обнаружения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону (за пределы здания) не должно превышать необходимого времени эвакуации людей при пожаре.

Время эвакуации определяется по Методике определения расчетных величин пожарного риска<sup>5</sup>, и, согласно [7–11], как сумма времени начала эвакуации и расчетного времени эвакуации.

Необходимое время эвакуации устанавливается путем численного моделирования динамики пожара в помещениях храмов при учете объемно-планировочных решений и характеристик пожарной нагрузки в помещениях, а также условий газообмена между помещениями и окружающей средой [12, 13]. В качестве временных характеристик эвакуации часто используются понятия: доступное время эвакуации (ASET) и требуемое время эвакуации (RSET), что эквивалентно, по сути, необходимому времени эвакуации и времени эвакуации. Условие безопасной эвакуации людей из здания обеспечено, если ASET больше RSET [8, 14, 15].

Указанные выше временные параметры используются также в Методике расчета индивидуального пожарного риска и в работах В.В. Холщевникова и Д.А. Самошина [8, 16].

Описанный в статье подход находится в рамках метода, известного в мире под названием «performance based design approach», а в России — гибкого или объектно-ориентированного нормирования [17–21]. Такой подход к проектированию системы защиты храмов базируется на компьютерном моделировании динамики опасных факторов пожара и людских потоков в здании [8, 16, 22, 23].

В качестве объекта исследования ниже будут рассмотрены вопросы безопасности людей при пожаре в двухуровневом соборе приходского храма в поселке городского типа на Урале, который имеет один выход из храма на втором этаже. На основе примера будут разработаны предложения по увеличению вместимости храмов, размещенных на втором этаже здания относительно действующих нормативных требований.

Таким образом, предложения по использованию храмов на втором уровне зданий с одним выходом будут подтверждены численным экспериментом по распространению опасных факторов пожара в помещениях храма на втором этаже и оценками характеристик процесса эвакуации людей из храма.

### Расчетное обоснование эффективности системы обеспечения пожарной безопасности

**Краткое описание объекта моделирования.** Собор имеет габаритные размеры в плане 41,3 × 21,27 м (рис. 5, 6).

Стены собора выполнены из кирпича толщиной 640...1200 мм, что обеспечивает предел огнестойкости наружных стен здания первого этажа не менее R 150. Первый и второй этажи перекрыты историческими кирпичными сводами. Внутренняя отделка потолков — штукатурка под роспись. Полы первого этажа отделаны натуральным камнем. Полы второго этажа выполнены в виде дощатого настила по про-

<sup>3</sup> Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон Российской Федерации от 22 июня 2008 г. № 123-ФЗ принят Государственной Думой 4 июля 2008 г.; утвержден Советом Федерации 11 июля 2008 г.

<sup>4</sup> Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов России: Федеральный закон Российской Федерации от 25 июня 2002 г. № 73-ФЗ принят Государственной Думой 24 мая 2002 г.; утвержден Советом Федерации 14 июня 2002 г.

<sup>5</sup> Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: утверждена приказом МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 (с изменениями, внесенными приказами МЧС России № 749 от 12 декабря 2011 г. и № 632 от 2 декабря 2015 г.).

гонам (выполняются с учетом несущей способности перекрытия). Между настилом и кирпичным сводом находится пространство для прокладки инженерных систем.

Нижний храм (см. рис. 5, *a*) имеет традиционное для приходских храмов четырехчастное

объемно-пространственное построение и состоит из алтарной части, храмового четверика, трапезной и притвора. Площадь помещений первого этажа — до 371 м<sup>2</sup>. Материал иконостаса — дерево.

Над нижним храмом находится верхний храм (см. рис. 5, *b*). Как и нижний, он состоит из четырех

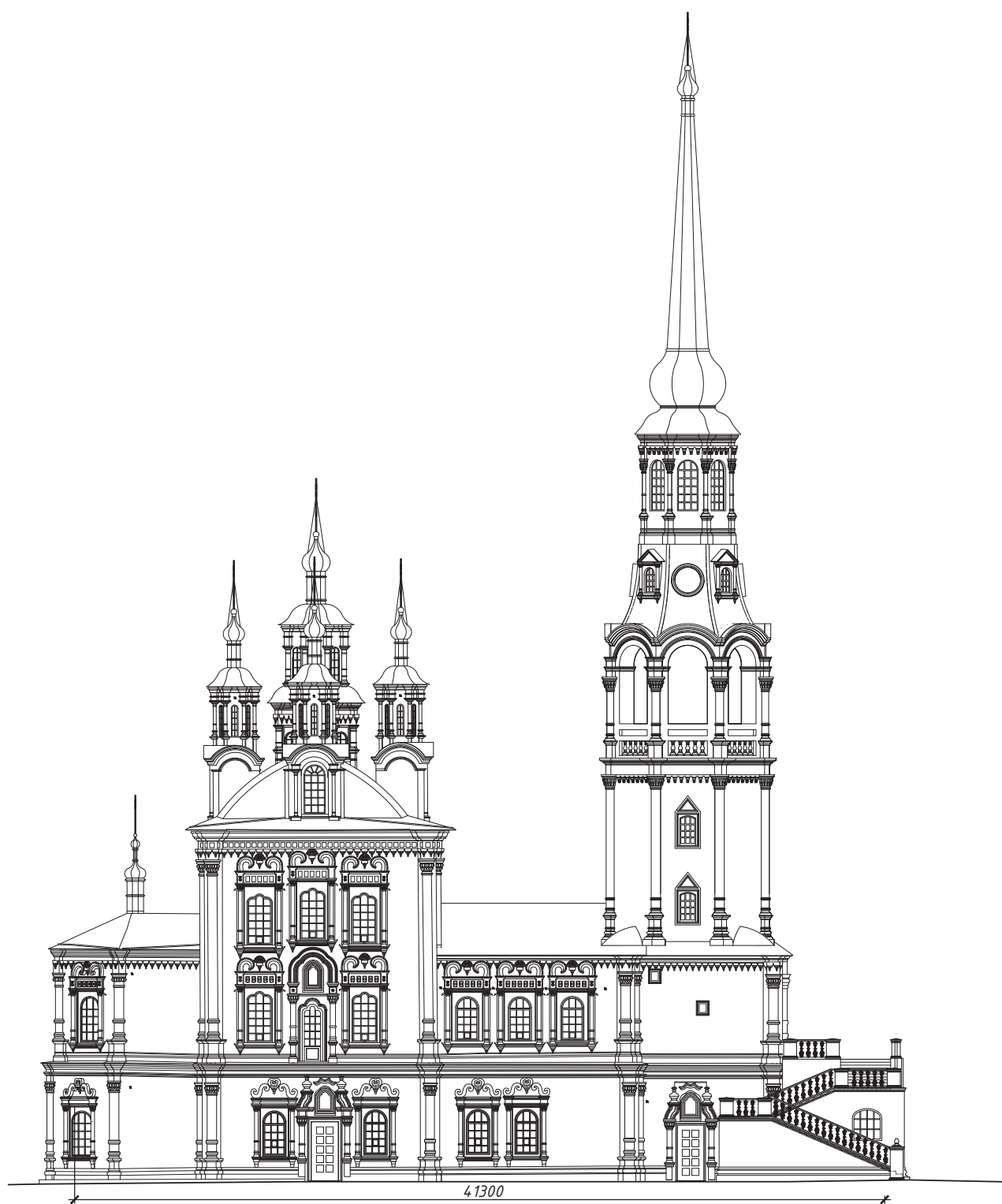


Рис. 6. Разрез двухэтажного храма

Fig. 6. The section of a two-storey church building

частей: алтаря, двусветного объема собственно храма, трапезной и сеней, расположенных над аналогичными частями нижнего храма и притвора. Фасады апсиды имеют по одному окну на каждой из ее пяти граней. Завершает алтарную часть декоративная двухъярусная главка.

Над четырехгранными сенями верхнего храма возвышается восьмигранная колокольня, увенчанная подобием усеченного этажа и шпилем.

Через помещение притвора верхнего храма обеспечен доступ на третий уровень колокольни через внутреннюю (в объеме стены) лестницу.

Площадь помещений второго этажа — до 243 м<sup>2</sup>. Материал иконостаса — дерево.

Эвакуация людей с первого этажа площадью 371 м<sup>2</sup> предусмотрена по самостоятельным эвакуационным выходам, ведущим на уровень земли. Предусмотрено четыре выхода: один выход из холла, два выхода из притвора и четвертый выход из молебного зала.

Для эвакуации людей со второго этажа площадью 243 м<sup>2</sup> предусмотрен один эвакуационный выход шириной 1,8 м в свету на паперть с двумя открытыми лестницами с шириной марша не менее 1,4 м в свету. Максимальная длина пути эвакуации составляет 36,7 м.

Здание выполнено не ниже 2-й степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности не ниже С1.

Полы в холле и помещениях первого этажа сделаны из негорючих материалов.

Следует отметить, что архитекторы при проектировании и строительстве двухуровневых храмов видели опасность при пожаре для людей, находящихся на втором этаже и, как правило, предусматривали снаружи здания галереи для выхода с верхнего этажа. Например, наружные галереи были в свое время у храма Покрова на Нерли, в Дмитровском соборе во Владимире. В нижеприведенном примере храма на уровне второго этажа также была построена галерея, ныне не сохранившаяся.

Встречаются храмы с двумя эвакуационными выходами из притворов на втором этаже при устройстве одного неширокого прохода из трапезной в притвор, как это предусмотрено в храме села Рожино архитектором Львовым (ширина прохода около 2 м) (см. рис. 4).

### Обоснование системы обеспечения пожарной безопасности двухэтажного храма.

1. Нижний и верхний храмы следует принять за отдельные пожарные отсеки с обособленными путями эвакуации.

2. Помещения собора необходимо защитить системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) не ниже 3-го типа.

3. Оповещение требуется проводить одновременно по всем помещениям здания, в том числе на звоннице колокольни.

4. Необходимо обеспечить автоматическую передачу сигнала о пожаре в ближайшую пожарную часть МЧС России или на пульт централизованного наблюдения без участия работников объекта.

5. Следует провести огнезащиту кованых тяжелей здания до пределов огнестойкости R 45.

6. Не допускается размещения временной пожарной нагрузки в объеме колокольни, помещениях притвора первого этажа.

7. В помещениях второго этажа требуется выполнить следующие мероприятия:

- ограничить количество людей до 100 человек;
- ограничить временную пожарную нагрузку в помещениях притвора, апсиды и молебных залов до 5 МДж/м<sup>2</sup> (без учета иконостаса, мебели в алтаре и древесины полов);
- ограничить пожарную нагрузку от иконостаса в верхнем храме до 1000 кг в пересчете на стандартную древесину;
- дощатые полы в верхнем храме подвергнуть огнезащитной обработке по 1-й группе огнезащитной эффективности (при их наличии).

8. Пожарную нагрузку в виде мебели, перегородок из древесины, отделки из горючих материалов в помещениях притворов, молебных залов на первом и втором этажах здания не размещать.

9. Из молебных залов на первом этаже (отм. 0,000) предусмотреть не менее четырех эвакуационных выходов шириной не менее 1,2 м.

10. Объект необходимо оборудовать противодымной вентиляцией с естественным побуждением, в соответствии с требованиями Технического регламента, СП 7.13130<sup>6</sup>, СП 258.1311500.

11. В верхнем храме требуется предусмотреть противодымную вентиляцию через люки в центральном барабане, автоматически, дистанционно открывающиеся при пожаре на отметке не менее 18,000. Требуемую площадь открывания проемов установить общей площадью 1,5 м<sup>2</sup>.

12. Необходимо обеспечить компенсационные расходы воздуха при пожаре в соответствии СП 7.13130.

13. Помещения молебных залов, притворов второго этажа следует защитить линейными дымовыми пожарными извещателями (ЛДПИ). Для снижения времени обнаружения загорания расстояние между оптическими осями ЛДПИ принять не бо-

<sup>6</sup> Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности : (СП 7.13130.2013) : утвержден и введен в действие приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) от 21 февраля 2013 года № 116.

лее половины от нормативного при одноярусном расположении извещателей.

14. Помещения первого этажа необходимо защитить системой адресно-аналоговой пожарной сигнализации на дымовых пожарных извещателях.

15. В помещениях второго этажа требуется предусмотреть аварийное (эвакуационное) освещение.

**Основные результаты расчетов индивидуального пожарного риска в храме.** Ниже приведены основные результаты расчетов пожарного риска только для верхнего храма, как для отдельного пожарного отсека с обособленными путями эвакуации. Расчеты проводились по Методике определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, для количества людей в храме, равного 100 человек.

Мощность очага пожара, кВт/с:

$$Q = 0,019 t^2,$$

где  $t$  — время от момента возникновения пожара, с.

На основании проведенных расчетов установлено, что пожарный риск для верхнего храма составляет  $Q_{в,2} = 0,259 \times 10^{-6}$  и не превышает допустимого значения, установленного [4].

На основе расчетов показано, что допустимое количество людей в верхнем храме составляет не более 100 человек (при принятых объемно-планировочных решениях для данного храма).

#### **Предложения в нормативные документы по пожарной безопасности.**

1. С учетом специфики устройства стен и перекрытий в объектах культурного наследия религиозного назначения верхний храм выделить в отдельный пожарный отсек.

2. Обеспечить автоматическую передачу сигнала о пожаре в ближайшую пожарную часть МЧС России или на пульт централизованного наблюдения без участия работников объекта.

3. Помещения собора защитить СОУЭ не ниже 3-го типа.

4. В помещениях второго этажа:

- ограничить временную пожарную нагрузку в помещениях притвора, апсиды и молебных залов до 5 МДж/м<sup>2</sup> (без учета иконостаса, мебели в алтаре и древесины полов);
- ограничить пожарную нагрузку от иконостаса в верхнем храме до 1000 кг в пересчете на стандартную древесину;
- дощатые полы в верхнем храме подвергнуть огнезащитной обработке по 1-й группе огнезащитной эффективности (при их наличии).

5. Пожарную нагрузку в виде мебели, перегородок из древесины, отделки из горючих материалов в помещениях притворов, молебных залов на втором этаже здания не размещать.

6. Объект оборудовать противодымной вентиляцией с естественным побуждением в соответствии с требованиями Технического регламента, СП 7.13130, СП 258.1311500.

До внесения уточнений в нормативные документы увеличение расчетного количества людей в храме с одним эвакуационным выходом должно быть согласовано с уполномоченным органом МЧС России.

#### **Выводы**

В статье на примере расчета индивидуального пожарного риска для конкретного храма обосновано выполнение критерия пожарной безопасности, что подтверждает эффективность разработанной системы противопожарной защиты храма. Сформулированы предложения, которые рекомендуется включить в нормативные документы по пожарной безопасности для объектов религиозного назначения с целью допущения нахождения в храмах-объектах культурного наследия с одним выходом более 50 человек.

1. Предложена система противопожарных мероприятий для храмов с одним эвакуационным выходом, учитывающая специфику объемно-планировочных и конструктивных решений храма, которую можно рассматривать как типовую для храмов с одним выходом.

2. Установлено расчетным путем, что для двухэтажных храмов при выполнении предложенной системы обеспечения пожарной безопасности допустимо увеличение количества молящихся в храме с одним выходом до 100 человек.

3. С учетом данных в статье обоснований предложенной системы обеспечения пожарной безопасности двухэтажного храма сформулированы нормативные требования для включения в действующие документы по пожарной безопасности.

4. Увеличение количества людей в храме относительно нормативных требований СП 1.13130.2020<sup>7</sup> в два и более раз возможно на основе индивидуального подхода и строгого выполнения требований к системе обеспечения пожарной безопасности храма.

<sup>7</sup> Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы : (СП 1.13130.2020) : утвержден и введен в действие приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) от 19 марта 2020 г. № 194.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Хасанов И.Р.* Особенности пожарной опасности объектов культурного наследия религиозного назначения // *Пожарная безопасность/Fire Safety*. 2018. № 2. С. 100–108.
2. *Сомов С.А., Мосолов А.С., Прус Ю.В.* О повышении эффективности противопожарной защиты объектов культурно-исторического наследия // *Системы безопасности — 2011* : мат. двадцатой науч.-техн. конф. М. : Академия ГПС МЧС России, 2011. С. 206–208.
3. *Дмитрий А.* На линии огня // *Журнал московской патриархии/Journal of the Moscow Patriarchate*. 2012. № 6. С. 12–16.
4. *Кеслер М.Ю.* Православные храмы : в 3-х тт. Т. 2. Православные храмы и комплексы // *Синописись/Synopsis*. М. : ГУП ЦПП, 2003.
5. *Соболев А.* Законодательные основы пожарной безопасности культовых зданий и комплексов // *Алгоритм безопасности/Safety algorithm*. 2014. № 5. С. 14–17.
6. *Бондырев А.А., Гилетич А.Н., Присадков В.И., Барановский А.С., Соболев А.Н.* Критерии выбора рациональных вариантов систем противопожарной защиты храмовых комплексов // *Пожарная безопасность*. 2014. № 3. С. 112–115.
7. *Присадков В.И., Еремина Т.Ю., Тихонова Н.В.* Предпосылки разработки свода правил «Противопожарная защита объектов культурного наследия» // *Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety*. 2017. № 5. С. 45–53. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.05.45-53
8. *Холщевников В.В.* Гносеология людских потоков : монография. М. : Академия ГПС МЧС России, 2019. 592 с.
9. *Schadschneider A., Klingsch W., Kluepfel H., Kretz T., Rogsch C., Seyfried A.* Evacuation dynamics: Empirical results, modeling and applications // *Encyclopedia of complexity and system science*. Springer, New York, 2009. Pp. 3142–3176. DOI: 10.1007/978-0-387-30440-3\_187
10. *Lovreglio R., Kuligowski E., Gwynne S., Boyce K.* A pre-evacuation database for use in egress simulations // *Fire Safety Journal*. 2019. Vol. 105. Pp. 107–128. DOI: 10.1016/j.firesaf.2018.12.009
11. *Cooper L.Y.* A concept for estimating available safe egress time in fires // *Fire Safety Journal*. 1983. Vol. 5 (2). Pp. 135–144. DOI: 10.1016/0379-7112(83)90006-1
12. *McGrattan K., Hostikka S., McDermott R., Floyd J., Weinschenk C., Overholt K.* Fire dynamics simulator. Technical Reference Guide. Vol. 3: Validation. National Institute of Standards and Technology, 2015. 746 p.
13. *Heskestad G.* Fire plumes, flame height, and air entrainment // *Handbook of Protection Engineering*. 3rd Edition. Chapter 1. Springer, New York, 2016. Pp. 2–1, 2–17. DOI: 10.1007/978-1-4939-2565-0\_13
14. *Schröder B., Arnold L., Seyfried A.* A map representation of the ASET-RSET concept // *Fire Safety Journal*. 2020. Vol. 115. P. 103154. DOI: 10.1016/j.firesaf.2020.103154
15. *Poon S.* A dynamic approach to aset/rset assessment in performance based design // *Procedia Engineering*. 2014. Vol. 71. Pp. 173–181. DOI: 10.1016/J.PROENG.2014.04.025
16. *Холщевников В.В., Самошин Д.А., Парфененко А.П., Кудрин И.С., Истратов Р.Н., Белосохов И.Р.* Эвакуация и поведение людей при пожарах. М. : Академия ГПС МЧС России, 2009. С. 212.
17. *Hurley M.J., Rosenbaum E.R.* Performance-based design // *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. 5th ed. / M. Hurley (ed.). Society of Fire Protection Engineers, 2016. DOI: 10.1007/978-1-4939-2565-0
18. *Gwynnee S., Boyce K.* Engineering data // *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. 5th ed. / M. Hurley (ed.). Society of Fire Protection Engineers, 2016. DOI: 10.1007/978-1-4939-2565-0
19. RiMEA. Guideline for Microscopic Evacuation Analysis. RiMEA e.V., 2016, Version 3.0.0.
20. *McGrattan K., Hostikka S., McDermott R., Floyd J., Vanella M.* Fire dynamics simulator user's guide. 6th ed. National Institute of Standards and Technology, 2019.
21. *Schroder B.* Multivariate methods for life safety analysis in case of fire : Ph.D. thesis. Universitätsbibliothek Wuppertal, 2017.
22. *Gwynne S.M., Rosenbaum E.R.* Employing the hydraulic model in assessing emergency movement // *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. 5th ed. / M. Hurley (ed.). Society of Fire Protection Engineers, 2016. DOI: 10.1007/978-1-4939-2565-0
23. *Krause D., Thornig P.* JURECA: modular supercomputer at Jülich supercomputing centre // *Journal of large-scale research facilities*. 2018. Vol. 4. A132. DOI: 10.17815/jlsrf-4-121-1.

## REFERENCES

1. Khasanov I.R. Fire danger features of cultural heritage objects of religious appointment. *Pozharnaya bezopasnost/Fire Safety*. 2018; 2:100-108. (rus).
2. Somov S.A., Mosolov A.S., Prus Y.V. On improving the effectiveness of fire protection of cultural and historical heritage objects. *Security Systems — 2011 : Materials of the XX Scientific and technical conference*. Moscow, Academy of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia. 2011; 206-208. (rus).
3. Dmitry A. On the line of fire. *Jurnal Moskovskoy Patriarkhii/Journal of the Moscow Patriarchate*. 2012; 6:12-16. (rus).
4. Kesler M.Y. Orthodox churches. In three volumes. Vol. 2. Orthodox churches and complexes. *Synopsis/Synopsis*. Moscow, GUP CPP, 2003. (rus).
5. Sobolev A. Legislative bases of fire safety of religious buildings and complexes. *Algoritm bezopasnosti/Safety algorithm*. 2014; 5:14-17. (rus).
6. Bondyrev A.A., Gilech A.N., Prasadkov V.I., Baranovskiy A.S., Sobolev A.N. The choice criteria of rational options of fire protection systems for temple complexes. *Pozharnaya bezopasnost'/Fire safety*. 2017; 3:112-115. (rus).
7. Prasadkov V.I., Eremina T.U., Tikhonova N.V. Development basis for code of practice "Fire protection of cultural heritage objects". *Pozharovzryvbezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2017; 5:45-53. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.05.45-53 (rus).
8. Kholshcheynikov V.V. *Epistemology of human flows : monograph*. Moscow, Academy of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2019; 592. (rus).
9. Schadschneider A., Klingsch W., Kluepfel H., Kretz T., Rogsch C., Seyfried A. *Evacuation dynamics: Empirical results, modeling and applications*. Encyclopedia of complexity and system science. Springer, New York, 2009; 3142-3176. DOI: 10.1007/978-0-387-30440-3\_187
10. Lovreglio R., Kuligowski E., Gwynne S., Boyce K. A pre-evacuation database for use in egress simulations. *Fire Safety Journal*. 2019; 105:107-128. DOI: 10.1016/j.firesaf.2018.12.009
11. Cooper L.Y. A concept for estimating available safe egress time in fires. *Fire Safety Journal*. 1983; 5(2):135-144. DOI: 10.1016/0379-7112(83)90006-1
12. McGrattan K., Hostikka S., McDermott R., Floyd J., Weinschenk C., Overholt K. *Fire Dynamics Simulator: Technical Reference Guide*. Vol. 3: Validation. National Institute of Standards and Technology, 2015; 746.
13. Heskestad G. *Fire plumes, flame height, and air entrainment*. Handbook of Protection Engineering. 3rd Edition. Chapter 1. Springer, New York, 2016; 2-1, 2-17. DOI: 10.1007/978-1-4939-25650\_13
14. Schröder B., Arnold L., Seyfried A. A map representation of the ASET-RSET concept. *Fire Safety Journal*. 2020; 115:103154. DOI:10.1016/j.firesaf.2020.103154
15. Poon S. A dynamic approach to aset/rset assessment in performance based design. *Procedia Engineering*. 2014; 71:173-181. DOI: 10.1016/J.PROENG.2014.04.025
16. Kholshcheynikov V.V., Samoshin D.A., Parfenenko A.P., Kudrin I.S., Istratov R.N., Belosokhov I.R. *Evacuation and behavior of people during fires*. Moscow, Academy of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2009; 212. (rus).
17. Hurley M.J., Rosenbaum E.R. Performance-based design. *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. 5th ed.; M. Hurley (ed.). Society of Fire Protection Engineers, 2016. DOI: 10.1007/978-1-4939-2565-0 book section 37.
18. Gwynne S., Boyce K. Engineering data. *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. 5th ed. ; M. Hurley (ed.). Society of Fire Protection Engineers, 2016. DOI: 10.1007/978-1-4939-2565-0 book section 64
19. RiMEA. *Guideline for Microscopic Evacuation Analysis*. RiMEA e. V., 2016, Version 3.0.0.
20. McGrattan K., Hostikka S., McDermott R., Floyd J., Vanella M. *Fire Dynamics Simulator User's Guide*. 6th ed. National Institute of Standards and Technology, 2019.
21. Schroder B. *Multivariate methods for life safety analysis in case of fire* : Ph.D. thesis. Universitat bibliothek Wuppertal, 2017.
22. Gwynne S.M., Rosenbaum E.R. Employing the hydraulic model in assessing emergency movement. *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. 5th ed.; M. Hurley (ed.). Society of Fire Protection Engineers, 2016. DOI: 10.1007/978-1-4939-2565-0
23. Krause D., Thornig P. JURECA: modular supercomputer at Jülich supercomputing centre. *Journal of large-scale research facilities*. 2018; 4:A132. DOI: 10.17815/jlsrf-4-121-1

Поступила 17.02.2021, после доработки 27.04.2021; принята к публикации 11.05.2021  
Received February 17, 2021; Received in revised form March 27, 2021; Accepted May 11, 2021

**Информация об авторах**

**ПРИСАДКОВ Владимир Иванович**, д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, г. Балашиха, Российская Федерация; РИНЦ ID: 760543; ORCID: 0000-0002-2161-0794; e-mail: vniipo@mail.ru

**МУСЛАКОВА Светлана Витальевна**, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник отдела моделирования пожаров и нестандартного проектирования, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, г. Балашиха, Российская Федерация; ORCID: 0000-0002-6146-8059; e-mail: msv-nika@yandex.ru

**УШАКОВ Дмитрий Викторович**, начальник отдела моделирования пожаров и нестандартного проектирования, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, г. Балашиха, Российская Федерация; РИНЦ ID: 751772; ORCID: 0000-0003-2275-296X; e-mail: vniipo@mail.ru

**АБАШКИН Александр Анатольевич**, заместитель начальника отдела моделирования пожаров и нестандартного проектирования, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, г. Балашиха, Российская Федерация; ORCID: 0000-0002-6347-3257; e-mail: vniipo@mail.ru

**ПРИСАДКОВ Константин Владимирович**, главный инженер, ООО «Центр проектно-сметных работ», г. Владимир, Российская Федерация; ORCID: 0000-0002-8307-7083; e-mail: z080637@yandex.ru

**Information about the authors**

**Vladimir I. PRISADKOV**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Main Researcher, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Balashikha, Russian Federation; ID RISC: 760543; ORCID: 0000-0002-2161-0794; e-mail: vniipo@mail.ru

**Svetlana V. MUSLAKOVA**, Cand. Sci. (Eng.), Leading Researcher of Department of Fire Modeling and Non-Standard Design, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Balashikha, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-6146-8059; e-mail: msv-nika@yandex.ru

**Dmitriy V. USHAKOV**, Head of Department of Fire Modeling and Non-Standard Design, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Balashikha, Russian Federation; ID RISC: 751772; ORCID: 0000-0003-2275-296X; e-mail: vniipo@mail.ru

**Aleksandr A. ABASHKIN**, Deputy Head of Department of Fire Modeling and Non-Standard Design, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Balashikha, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-6347-3257; e-mail: vniipo@mail.ru

**Konstantin V. PRISADKOV**, Chief Engineer, Design and Estimate Center, Vladimir, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-8307-7083; e-mail: z080637@yandex.ru