Строительство уникальных зданий и сооружений. ISSN 2304-6295. 3 (18). 2014. 38-56

Construction of Unique Buildings and Structures

journal homepage: www.unistroy.spb.ru

Пожарная безопасность высотных многофункциональных зданий

В.А. Казакова[1], **А.Г. Терещенко**[2], **Е.С. Недвига**[3]

ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 195251, Россия, Санкт-Петербург, Политехническая, 29.

Информация о статье	История	Ключевые слова
УДК 699.81	Подана в редакцию 4 декабря 2013 Оформлена 18 марта 2014 Согласована 20 марта 2014	пожарная безопасность; высотные здания; уникальные здания; эвакуация; пожар;

АННОТАЦИЯ

Пожары представляют собой особую опасность для высотных зданий и сооружений (ВЗиС) вследствие особенностей их конструктивно-планировочных решений, назначения, технологии возведения и последующей эксплуатации. Эти здания являются технологически сложными строительными сооружениями и относятся к объектам повышенного риска.

Целью данной работы является составление рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности высотных зданий и сооружений (ВМЗ).

В рамках поставленной цели решаются такие задачи, как выявление основных противопожарных требований к высотным многофункциональным зданиям и проведение анализа существующих норм проектирования противопожарной защиты уникальных зданий с разными функциональными группами помещений.

Для этого было произведено сравнение основных существующих норм проектирования противопожарной защиты зданий с разными функциональными группами помещений.

Содержание

1. Введение 39
2. Обзор литературы 39
3. Цель исследования 40
4. Основные требования пожарной безопасности 41
5. Заключение 45

[1] *Контактный автор:*
+7 (921) 923 5300, veta0792@mail.ru (Казакова Виолетта Александровна, студент)
[2] +7 (904) 638 2139, alexxxander97@gmail.com (Терещенко Александр Геннадьевич, студент)
[3] +7 (911) 252 0035, nck@bk.ru (Недвига Екатерина Сергеевна, ассистент)

1. Введение

ВЗиС становятся особенностью современного силуэта крупных городов, придавая масштабность и привлекательность архитектурному облику [16]. Эти здания являются технологически сложными строительными сооружениями и относятся к объектам повышенного риска. Вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций в таких зданиях, опасных для жизни людей и целостности самих зданий, в частности пожаров, в них неизмеримо выше. Краткие сведения о пожарах в высотных зданиях городов мира, которые показывают чрезвычайную опасность огня для жизни людей и пожарных-спасателей, представлены в таблице 1. [1, 2]

Таблица 1[2]

Место и дата трагедии	Последствия пожара
Сан – Паулу (Бразилия), 01.02.1974г.	Пожар в 25-этажном здании. Число погибших 227 человек, пострадало 450 человек. Последствия пожара показаны на рис.1.
Лос – Анжелес (США), 05.05.1988г.	Пожар в 62-этажном здании банка First Interstate Bank. В огне, охватившем пять этажей здания, погиб один человек, более 40 человек пострадали
Нью – Йорк (США), 17.07.1990г.	Пожар в небоскребе Empire State Building. Из-за отравления дымом пострадали 38 человек
Филадельфия (США), 25.02.1991г.	Почти сутки продолжался пожар в 38-этажном небоскребе. Пожар начался на 22 этаже и поднялся на восемь этажей вверх. При тушении пожара погибли трое пожарных
Претория (ЮАР), 15.06.1994г.	Загорелось 27-этажное здание в центре. Огонь вспыхнул на 19-м этаже и распространился до последнего. Около 40 человек эвакуировали самолетами
Лондон (Англия), 17.01.1996г.	Примерно 500 человек были эвакуированы из небоскреба в Сити. Причиной стал сильный пожар, вспыхнувший на 45-м этаже здания
Джакарта (Индонезия), 08.12.1997г.	Пожар возник на верхних этажах 25-этажного банка Индонезии. Три верхних этажа выгорели полностью. 15 человек погибли. Причиной пожара называют короткое замыкание в системе кондиционирования воздуха

Эти примеры свидетельствуют о том, что пожары и другие ЧС представляют собой особую опасность для высотных зданий и сооружений вследствие особенностей их конструктивно-планировочных решений, назначения, технологии возведения и последующей эксплуатации.

2. Обзор литературы

Анализ литературы по данной теме показал, что на сегодняшний день, вопрос, связанный с пожарной безопасностью ВЗиС остается актуальным. Изучением особенностей пожарной безопасности ВЗиС занимались [3-4, 10-14]. Из данных статей можно сделать вывод, что основной причиной трагических последствий при пожарах в высотных зданиях является блокирование путей эвакуации продуктами горения и огнем. [1, 3]

В современных нормативных документах не дается точного определения высотным зданиям. Согласно своду правил [21]наибольшая допустимая высота многоэтажного здания составляет 75 м. Высота здания определяется разностью отметок поверхности проезда для пожарной техники и нижней границей открывающегося проёма (парапета эксплуатируемой кровли) в наружной стене.[6] Следовательно, к высотным можно отнести здания, разность вышеуказанных отметок которых превышает 75м. Для таких зданий установлен особый порядок согласования проектной документации.

Рисунок 1. Пожар в здании Joelma,Сан – Паулу (Бразилия), 01.02.1974г. [2]

В ВЗиС быстро развивается пожар по вертикали и сложно обеспечить эвакуацию людей и спасательные работы. Продукты горения заполняют эвакуационные выходы, лифтовые шахты, лестничные клетки. Скорость распространения дыма и ядовитых газов по вертикали может достигать нескольких десятков метров в минуту.За считанные минуты здание оказывается полностью задымлено, а нахождение людей в помещениях без средств защиты органов дыхания невозможно.[3-5, 14-15, 23-51]

Мероприятия по противопожарной защите любого здания и сооружения можно разделить на четыре основных блока:

1. Обеспечение безопасности людей;
2. Обеспечение безопасности пожарных подразделений;
3. Нераспространение пожара на соседние объекты;
4. Обеспечение огнестойкости конструкций и нераспространение пожара внутри здания.

Главная проблема осуществления пожарной безопасности высотных многофункциональных зданий (ВМЗ) состоит в том, что на федеральном уровне для ВМЗне разработан нормативный документ по пожарной безопасности, которым на законных основаниях можно было бы руководствоваться при строительстве и эксплуатации ВМЗ. Существуют только документы рекомендательного характера. Поэтому при строительстве ВМЗ проектировщикам необходимо разрабатывать специальные технические условия (СТУ) по обеспечению пожарной безопасности в соответствии с требованиями [6].Порядок разработки и согласования СТУ определен приказом министерства регионального развития от 01.04.2008 № 36. СТУ должны отражать специфику противопожарной защиты объекта, включать комплекс дополнительных инженерно-технических и организационных мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей при пожаре, а также своевременной и эффективной ликвидации возможного пожара. А в силу своей функциональности разработка СТУ для ВМЗ усложняется.

3. Цель исследования

Цель данного исследования заключается в составлении перечня рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности ВМЗ. В рамках исследования решаются следующие задачи:

1. Анализ существующих норм проектирования противопожарной защиты уникальных зданий с разными функциональными группами помещений;
2. Выявление основных требований пожарной безопасности.

Объект исследования представляет собой уникальное многофункциональное здание, которое включает в себя: офисные помещения, выставочные залы, организации общественного питания, многоквартирные жилые дома, гостиницу и подземную двухуровневую автостоянку.

4. Основные требования пожарной безопасности

4.1 Конструктивные решения

Сравнение основных требований по пожарной безопасности разных функциональных групп помещений представлено в таблице 2.

Таблица 2[7]

	Гостиницы	Многоквартирные жилые дома	Выставочные залы	Организация общественного питания	Офисы	Автостоянки
Класс функциональной пожарной опасности	Ф1.2	Ф1.3	Ф2.2	Ф3.2	Ф4.3	Ф5.2
Max высота (кол-во этажей), м	28	75	50	50	50	3 подземных этажа
Класс конструктивной пожарной опасности	С0	С0	С0	С0	С0	С0
Степень огнестойкости	Не ниже III	I	I	I	I	I, II

Огнестойкость здания является главной международной пожарно-технической характеристикой, регламентируемой нормативно-правовыми документами [7, 8, 19], и характеризует способность конструкций и зданий сопротивляться воздействию пожара.

Согласно ФЗ №123 все здания и сооружения подразделяются на пять степеней огнестойкости: I, II, III, IV, V (таблица 3.)

Как видно из сравнения, представленного в табл. 2, все группы помещений, кроме гостиниц, должны иметь степень огнестойкости I. Поэтому следует для всего ВМЗ применить I степень огнестойкости.

Количественной характеристикой огнестойкости является «предел огнестойкости».

Предел огнестойкости – это промежуток времени от начала огневого испытания конструкции при стандартном температурном режиме до наступления одного или последовательно нескольких нормируемых для данной конструкции признаков предельных состояний, измеряется в часах:

- потеря несущей способности или недопустимый прогиб, R;
- потеря целостности – образование в конструкциях или стыках сквозных трещин или сквозных отверстий, E;
- потеря теплоизолирующей способности – повышение температуры на необогреваемой поверхности конструкции в среднем более 160ºС или в любой точке этой поверхности до 190ºС по сравнению с температурой конструкции до нагрева или до 220ºС независимо от температуры конструкции до нагрева, I.

Таблица 3 [7]

Степень огнестойкости здания	Предел огнестойкости строительных конструкций, не менее						
	Несущие элементы здания	Наружные ненесущие стены	Перекрытия междуэтажные (в том числе чердачные и над подвалами)	Элементы бесчердачных покрытий		Лестничные клетки	
				Настилы (в том числе с утеплителем)	Фермы, балки, прогоны	Внутренние стены	Марши и площадки лестниц
I	R 120	E 30	REI 60	RE 30	R 30	REI 120	R 60
II	R 90	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 90	R 60
III	R 45	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 60	R 45
IV	R 15	E 15	REI 15	RE 15	R 15	REI 45	R 15
V	Не нормируется						

Так как в нормативных документах допустимая высота здания не превышает 75 м, то для перечисленных выше конструкций рекомендуется увеличивать предел огнестойкости ещё на один час. Это ведёт к увеличению массы строительных конструкций, удорожанию строительства, сложностям при проектировании ВЗиС. Фактически речь идёт о требовании использовать при высотном строительстве конструкции, которые должны сопротивляться до температуры 1100ºС в течение трёх часов [9].

Следует помнить, что конструкции, неудовлетворяющие требованиям по пределу огнестойкости, необходимо дополнительно защищать от высоких температурных воздействий конструктивно или путем нанесения покрытия на защищаемую поверхность. Все огнезащитные материалы должны иметь пожарные сертификаты.

Пожарный сертификат — документ, подтверждающий соответствие продукции требованиям пожарной безопасности. До введения ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» в приказе № 320 «Об утверждении перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации в области пожарной безопасности» был утверждён перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации. В настоящее время этот приказ является добровольным для исполнения, а перечень продукции определяется ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

4.2. Объемно-планировочные решения

Главными инженерными задачами при проектировании, зависящими от класса функциональной и конструктивной пожарной опасности, являются: применение обоснованных объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага; устройство эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре.

К объемно-планировочным решениям и средствам, обеспечивающим ограничение распространения пожара за пределы очага, относятся:

1. деление здания по вертикали и горизонтали на пожарные отсеки, ограничение площади и высоты отсеков;
2. деление здания противопожарными перекрытиями, стенами, перегородками, которые блокируют распространение пожара за пределы помещений, между группами помещений различной функциональной пожарной опасности;
3. ограничение связи шахт лифтов по всей высоте здания, объединение подземных и надземных этажей и разных групп помещений функциональной пожарной опасности.

Таблица 4 [7]

Характеристики групп помещений, зависящие от класса функциональной и конструктивной пожарной опасности						
Класс функцио-нальной пожарной опасности	Ф1.2	Ф1.3	Ф2.2	Ф3.2	Ф4.3	Ф5.2
Максималь-ная площадь пожарного отсека, м^2	1500	2500	3500	2500	2500	3500
Минималь-ная ширина коридора, м	1,2	1,4 при пути эвакуации < 40 м 1,6 при пути эвакуации > 40м	1,2	1,2	1,2	1,2

Деление высотных зданий на пожарные отсеки по вертикали предлагается осуществлять противопожарными перекрытиями, по горизонтали - противопожарными стенами. Каждая функциональная группа должна иметь самостоятельные выходы и быть отделена противопожарными стенами и перекрытиями. Согласно таблице 4, наименьшая из допустимых максимальных площадей пожарного отсека составляет 1500 м^2 (Ф1.2), следовательно-необходимо разбивать этажи ВМЗ на отсеки, площадью не более 1500 м^2.

По вертикали здание необходимо делить на пожарные отсеки:

1. по функциональным группам помещений;
2. через каждые 40-50 м, если высота функциональной группы превышает 50 м;
3. лифтовые холлы должны отделяться от примыкающих коридоров и помещений противопожарными перегородками [18].

В ВМЗ обязательно надо предусмотреть технические этажи через каждые 50 м. Они предназначены для помещений технического назначения, но одновременно могут выступать «противопожарными контейнерами». Такие этажи следует отделять противопожарными перекрытиями [17, 55].

4.3. Устройство эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре

Движение в здании людей можно разделить на два типа: нормальное и вынужденное. При вынужденном движении люди направляются в сторону эвакуационных выходов. При этом плотность людского потока может достигать предельных значений, при которых возможно повреждение человеческого организма с тяжёлыми увечьями и даже смертельным исходом [10-13, 52-68].

К эвакуационным выходам в высотных зданиях можно отнести: выходы из помещений, ведущие наружу в безопасную зону (первые этажи); выходы непосредственно в лестничную клетку; выходы на технические этажи, если они представляют собой «противопожарные контейнеры».

К аварийным выходам так же относятся выходы на эксплуатируемую кровлю. В высотных зданиях на кровле должна быть предусмотрена взлетно-посадочная площадка для вертолетов экстренной помощи [69-73].

Эвакуацию в высотных зданиях следует предусматривать не менее чем по двум незадымляемым лестничным клеткам. Так как лестничные клетки и лифтовые шахты представляют собой своего рода «дымоход», то их необходимо разбивать на отсеки по всей высоте здания через каждые 30-50 м (рисунок 2) и предусматривать подпор воздуха соответственно.

При эвакуации люди не могут пользоваться пассажирскими лифтами, потому что они могут быть обесточены в связи развивающимся пожаром. При проектировании необходимо предусмотреть специально оборудованные пожарные лифты грузоподъёмностью не менее 1000 кг для передвижения спасательных подразделений на этажи зданий (сооружений) при пожаре. Входы в лифты рекомендуется предусматривать через тамбур – шлюзы с подпором воздуха. Количество пожарных лифтов в высотных зданиях следует определять расчетом, но применять не менее двух на каждый вертикальный пожарный отсек.

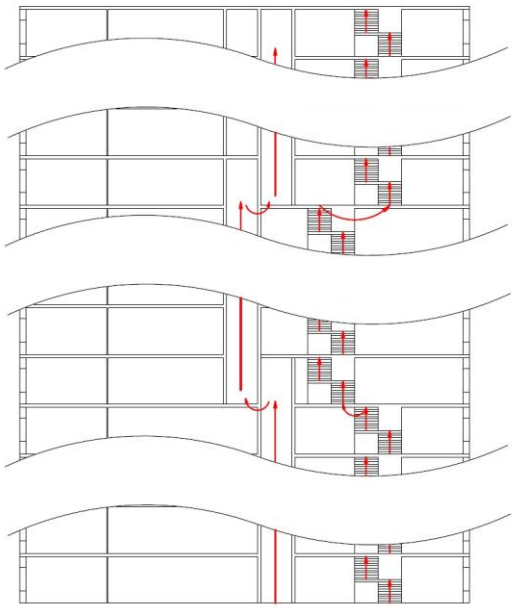

Рисунок 2. Схема деления высотного здания на противоожарные отсеки

При проектировании ВЗиС следует учитывать следующее:

- вместимость помещений общественного назначения, расположенных на высоте более 50 м, не должна превышать 100 человек;
- при размещении в здании организаций общественного питания на высоте более 50 м с вместимостью более 50 человек, расстояние от этих помещений до незадымляемой лестничной клетки не должно превышать 20 м;
- помещения, рассчитанные на одновременное пребывание более 500 человек, должны отделяться от других помещений противопожарными стенами и перекрытиями, а расстояние от этих помещений до незадымляемых лестничных клеток не должно превышать 20 м.

4.4. Инженерные сети

Для начала поговорим об устройстве систем обнаружения пожара (установок и систем пожарной сигнализации).

С целью раннего обнаружения пожара и уточнения его очага, все помещения здания в соответствии с требованиями СП [22] оборудуются автоматической установкой обнаружения пожара с адресными пожарными извещателями, сблокированной с системами оповещения людей о пожаре и выводом сигнала на круглосуточный пост охраны.

В здании необходимо предусмотреть специальное помещение с круглосуточным пребыванием дежурного персонала, оборудованное приборами контроля состояния техническими средствами противопожарной защиты (пожарный пост). Помещение пожарного поста оснащают телефонной связью с пожарной охраной.

При получении сигнала о пожаре в помещении пожарного поста должна включаться световая и звуковая сигнализация для оповещения, а на объекте одновременно включается система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ), закрываются противопожарные клапаны, отключается общеобменная вентиляция [74-95].

СОУЭ при пожаре предназначена для своевременного оповещения людей многофункционального центра о возникшей угрозе пожара в виде звуковых и световых сигналов, а так же для обеспечения быстрой и оптимальной по направлению к выходам из здания наружу путям эвакуации.

В соответствии со сводом правил [23] для СОУЭ соответствуют следующие способы оповещения:

- речевая (передача специальных записанных текстов и речевых объявлений);
- световая (световые оповещатели с надписью «Выход», световые оповещатели, указывающие направление движения людей).

В отличие от эвакуации спасение людей при пожаре представляет собой вынужденное перемещение людей наружу при воздействии опасных факторов пожара или при возникновении

непосредственной угрозы такого воздействия. Спасение осуществляется, как правило, с помощью пожарных подразделений или специально обученного персонала через эвакуационные и аварийные выходы.

В современном строительстве для спасения людей при пожарах предусматривают «коллективные укрытия» - помещения или зоны, где исключается воздействие опасных факторов пожара на людей в течение времени, необходимого для их спасения. Необходимость устройства таких укрытий возникает из-за наличия людей с ограниченной подвижностью, большой протяжённостью путей эвакуации по горизонтали и вертикали и возможностью их блокирования ОФП.

Помещения для коллективного спасения людей в условиях нормальной эксплуатации должны иметь такое функциональное назначение, которое не препятствует его использованию при возникновении чрезвычайной ситуации в качестве коллективного укрытия. Эти помещения должны ограждаться противопожарными преградами, аварийным освещением и средствами связи.

5. Заключение

В результате работы можно предложить следующие рекомендации по обеспечению пожарной безопасности ВМЗ:

1. Главной международной пожарно-технической характеристикой, регламентируемой нормативно-правовыми документами, является огнестойкость здания. Высотные многофункциональные здания необходимо относить к первой степени огнестойкости.
2. Для зданий высотой более 100 м предел огнестойкости несущих конструкций рекомендуется увеличивать на один час, т.е. конструкции должны сопротивляться до температуры 1100ºС в течение трёх часов. Вследствие чего необходимо ужесточать все требования по огнестойкости здания.
3. Огнезащиту конструкций необходимо производить только с использованием материалов, имеющих соответствующий пожарный сертификат.
4. Ограничение распространения пожара за пределы очага необходимо осуществить путем:
   - деления здания по вертикали и горизонтали на пожарные отсеки, ограничения площади и высоты отсеков;
   - деления здания противопожарными перекрытиями, стенами, перегородками, которые блокируют распространение пожара за пределы помещений, между группами помещений различной функциональной пожарной опасности;
   - ограничения связи шахт лифтов по всей высоте здания, объединения подземных и надземных этажей и разных групп помещений функциональной пожарной опасности.
5. Во всех помещениях здания с целью более раннего обнаружения пожара и уточнения его очага необходимо устанавливать адресные автоматические устройства обнаружения пожара. А также во всех коридорах, холлах и атриумах необходимо предусмотреть дымоудаление.

Литература

1. Ройтман В. Обеспечение безопасности людей при пожаре в высотных зданиях // Алгоритм безопасности.№ 4. 2006. С. 46-51.
2. Кирюханцев Е. Высотные здания с точки зрения пожарной безопасности // Грани безопасности. 2005. №3 (33). С. 26-28.
3. Qianli M., Wei G. Discussion on the Fire Safety Design of a High-Rise Building // Procedia Engineering. 2012. Vol. 45. Pp. 685-689.
4. Study on the Determination of Safety Factor in Calculating Building Fire Evacuation Time / Hua P., Jian Z., Wen-Li L., Xiang-Yang Z., Yin-Qing L. // Procedia Engineering. 2011. Vol. 11. Pp. 343-348.
5. Пресс-служба ООО «Грундфос». О проблемах повышения пожаробезопасности современных зданий // АВОК. 2004. №6. С. 44-54.
6. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
7. СП 2.13130.2009 «Система противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты».

8. Конюков А.Г. Пожарная безопасность многоквартирных высотных жилых зданий: методические указания Н.: Изд-во ННГАСУ, 2011. 14 с.
9. Забегаев А.В., Ройтман В.М. Новое в законодательстве по инженерной безопасности и противопожарным нормам. М.: ЗАО «Логос-Развитие», 2002.124 с.
10. Analysis and Prevention of Bombing Risks in Iraq / Baojun L., Hongtao W, Zhang jun, Hongxu H., Jinsong W., Xiqun C., li Z., Zhirong X. // Projects Performed by Chinese Enterprises. Vol. 43. Pp.93–100.
11. Daniela H., Ben A. Risk of human fatality in building fires: a decision tool using Bayesian networks//Fire Safety Journal. 2009. Vol. 44. Pp. 704–710.
12. Watts J., Hall J. Introduction to Fire Risk AnalysisSFPE // Handbook for Fire Protection Engineering. 2002. Pp.91-102.
13. Klote J.,Smoke C, Introduction to Fire Risk AnalysisSFPE // Handbook for Fire ProtectionEngineering. 2002. Pp.36-47.
14. Xiuyu L., Hao Z., Qingming Z. Factor Analysis of High-Rise Building Fires Reasons and Fire Protection Measures // Procedia Engineering. 2012. Vol. 45. Pp. 643-648.
15. Expert System for Building Fire Safety Analysis and Risk Assessment / Piotr T., Marek K., Jerzy G., Waldemar J., Norbert T., Marcin C. // Procedia Engineering. 2013. Vol. 57. Pp. 1156-1165.
16. Садовская Т. Требования пожарной безопасности многофункциональных зданий // АВОК. №4. 2008. С.18-28.
17. Колубков А. Инженерные решения высотных жилых комплексов // АВОК. №5. 2007.С. 18-30.
18. Виноградов Д.В. Пожарная безопасность высотных зданий и подземных автостоянок: Учебн. пос. М.: МГСУ, 2010. 32 с.
19. Мешалкин Е. Проще предупредить // Открытая электронная библиотека по инженерным дисциплинам [электронный ресурс] URL: http://360gr.ru (дата обращения 15.09.2013)
20. СП 54.13330.2011. «Здания жилые многоквартирные».
21. СП 5.13130.2009. «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования».
22. СП 3.13130.2009. «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности».
23. Абдурагимов И.М., Андросов А.С., Исаева Л.К. и др. Процессы горения. М.: ВИПТШ МВД СССР. 1984. 268 с.
24. Бессмертнов В.Ф., Малыгин И.Г., Скопцов А.А. и др. Пожарная тактика в вопросах и ответах (3-я редакция с изменениями и исправлениями). Учебн. пос.. СПб.: Из-во СПбУ ГПС МЧС России. 2008. 228 с.
25. Брушлинский Н.Н. Пожары в России и в Мире. М.: Изд-во Калан, 2002.154 с.
26. Климушин Н.Г., Новиков В.Н. Противопожарная защита зданий повышенной этажности. М.:Изд-во Стройиздат, 1979. 142 с.
27. Микеев А.К. Пожар. Социальные, экономические, экологические проблемы. М.: Пожнаука, 1994. 386 с.
28. Теребнев В.В., Артемьев Н.С., Погрушный А.В. Здания повышенной этажности. Противопожарная защита и тушение пожаров. М.: Пожнаука, 2006. 237 с.
29. Подгрушный А.В., Денисов А.Н., Хонг Ч.Д. Современные проблемы тушения пожаров в зданияхповышенной этажности и высотных зданиях // Пожаровзрывобезопасность. №6. 2007. С. 53-57.
30. Кожушко Т.Г. Пожарная безопасность высотных зданий//Жилищное строительство. №8. 2008. С.10-14.
31. Куприн Г.Н. Новая концепция системы пожаротушения многофункциональных высотных зданий//Пожарная безопасность в строительстве. №3. 2010.С.48-51.
32. Гергель В.И. Система пожаротушения высотного здания или сооружения // Общество с ограниченной ответственностью "Научно-производственное объединение "Простор". 2008. С.12-15.
33. Корольченко А.Я., Хынг Динь Конг, Ляпин А.В. Пожарная защита высотных зданий // Пожаровзрывобезопасность. №3. 2012. С. 57-61.
34. Николаев С.В. Современное высотное строительство. Москва, ГУП "ИТЦ Москомархитектуры". 2007. С. 464.

35. Самар А.П., Холупова О.В. Проблемы обеспечения пожарной безопасности высотных зданий // Тихоокеанский государственный университет. 2013. №4. С.1821-1826.
36. Динь Конг Хынг, Ворогушин О.О. Корольченко А.Я. Динамика развития пожаров в высотных зданиях // Пожаровзрывобезопасность. 2012. №12. С. 60-66.
37. Маклакова Т.Г. Высотные здания. Градостроительные и архитектурно-конструктивные проблемы проектирования: монография. М.: Изд-во АСВ, 2006. 160 с.
38. Методические рекомендации по тушению пожаров в зданиях повышенной этажности. М.: Управление организацией пожаротушения и специальной пожарной охраны МЧС России. 2006 г. 31с.
39. Таранцев А.А., Новоселов Р.Н., Родичев А.Ю. Высотные здания и их пожарная опасность // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России». 2010. С. 1-7.
40. Yi G., Qin H. Fuzzy Comprehensive Evaluation of Fire Risk on High-Rise Buildings // Procedia Engineering. 2011. Vol.11. Pp. 620-624.
41. Black W.Z. Smoke movement in elevator shafts during a high-rise structural fire // Fire Safety Journal. 2009. Vol. 44. Issue 2. Pp. 168-182.
42. Belden M. A high rise building fire case study // Computers & Security. 1992. Vol. 11. Issue 1. Pp. 19-23.
43. Craighead G. Chapter 2 - Security and Fire Life Safety Uniqueness of High-Rise Buildings//High-Rise Security and Fire Life Safety (Third Edition). 2009. Pp. 27-59.
44. Craighead G. Chapter 36 - High-Rise Security//Handbook of Loss Prevention and Crime Prevention (Fifth Edition). 2012. Pp. 432-456.
45. Building safety and human behaviour in fire: A literature review / Kobes M., Helsloot I., Bauke de Vries, Jos G // Fire Safety. 2010. Vol. 45. Issue 1. Pp. 1-11.
46. Craighead G.Chapter 1 - High-Rise Building Definition, Development, and Use//High-Rise Security and Fire Life Safety (Third Edition). 2009. Pp. 1-26.
47. Stern-Gottfried J., Rein G. Travelling fires for structural design–Part I: Literature review // Fire Safety Journal. 2012. Vol. 54. Pp. 74-85.
48. Wang Y., Hadjisophocleous G., Zalok E. Smoke movement in multi-storey buildings using CUsmoke // Safety Science. 2013. Vol. 52. Pp. 13-27.
49. Röben C., Gillie M., Torero J. Structural behaviour during a vertically travelling fire //Journal of Constructional Steel Research. 2010. Vol. 66. Issue 2. Pp. 191-19.
50. Quintiere J.G., M di Marzo, Becker R. A suggested cause of the fire-induced collapse of the World Trade Towers // Fire Safety Journal. 2009. Vol. 37. Issue 7. Pp. 707-716.
51. Craighead G.Chapter 9 - Office Buildings // High-Rise Security and Fire Life Safety (Third Edition). 2009. Pp. 461-503.
52. Апаков А.В. К вопросу о целесообразности моделирования параметров людских потоков при эвакуации с использованием теории массового обслуживания // Пожаровзрывобезопасность. № 5. 2003. С. 32-39.
53. Предтеченский В.М., Милинский А.И. Проектирование зданий с учётом организации движения людских потоков. М.: Изд-во 2-е, перераб. и доп. Стройиздат, 1979. С. 188-193.
54. Самошин Д.А. Расчет времени эвакуации людей. Проблемы и перспективы // Пожаровзрывобезопасность. №1. 2004. С. 57-69.
55. Таранцев А.А. Моделирование параметров людских потоков при эвакуации с использованием теории массового обслуживания // Пожаровзрывобезопасность. № 6. 2002. С. 90-120.
56. Таранцев А.А. Определение параметров людского потока при свободном движении // Пожаровзрывобезопасность. № 5. 2004. С. 20-74.
57. Таранцев А.А. Определение расчётного времени эвакуации смешанного потока людей // Пожаровзрывобезопасность. № 6. 2006. С. 52-101.
58. Yang J., Yang Y., Chen Y. Numerical Simulation of Smoke Movement Influence to Evacuation in a High-Rise Residential Building Fire // Procedia Engineering. 2012. Vol.45. Pp. 727-734.
59. Xing Z., Tang Y. Simulation of Fire and Evacuation in High-Rise Building//Procedia Engineering. 2012. Vol.45. Pp. 705-709.

60. Требуемые пределы огнестойкости строительных конструкций высотных зданий / Гилетич А.Н., Шебеко А.Ю.,Шебеко Ю.Н., Гордиенко Д.М. // Пожарная безопасность. №4. 2012. С. 31-39.
61. Evaluating the physical demands on firefighters using hand-carried stair descent devices to evacuate mobility-limited occupants from high-rise buildings / Steven A. Lavender, Glenn E., Hedman, Jay P. Mehta, Paul A. Reichelt, Karen M., Park S. // Applied Ergonomics. Available online 4 June 2013. [электронный ресурс] URL: http://www.lrc.fema.gov/ (дата обращения 20.09.2013)
62. Oven V., Cakic N.i Modelling the evacuation of a high-rise office building in Istanbul // Fire Safety Journal. 2009. Vol. 44. Issue 1. Pp. 1-15.
63. Chen Z., Zhang J., LI D. Smoke Control – Discussion of Switching Elevator to Evacuation Elevator in High-rise Building // Procedia Engineering. 2011. Vol.11. Pp. 40-44.
64. Корольченко А.Я. Динь Конг Хынг. Эвакуация людей из высотных зданий при пожарах//Вестник МГСУ. №10. 2012.С. 206-212.
65. Fire Dynamics Simulator (version 5) / Kevin M., Baum H., Rehm R., Mell W., McDermott R. // Technical Reference Guide-NIST Special Publication 1018-5. National Institute of Standards and Technology. 2009. Pp. 117.
66. Григорьева Н.А. Особенности обеспечения безопасной эвакуации спасения и самоспасения людей при пожарах в высотных зданиях // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. №3. 2009. С. 78-83.
67. Холщевников В.В., Самошин Д.А. Нормирование безопасной эвакуации людей из высотных зданий // Промышленное и гражданское строительство. №2. 2007.С. 50-52.
68. Бикбау Я.М., Бикбау М.Я. Устройство для эвакуации людей при пожарах в высотных зданиях и сооружениях. ОАО "Московский ИМЭТ". 2010. 15-21с.
69. Прус Ю.В., Артюшин Ю.И.,Буцынская Г.А. Применение авиационных технологий в деятельности пожарных подразделений // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. №2. 2008. С. 70-73.
70. Артюшин Ю.И., Прус Ю.В. Некоторые аспекты применения авиационно-спасательных технологий при пожарах в высотных зданиях // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». 2007. С.3.. [электронный ресурс] URL: http://ipb.mos.ru/ttb (дата обращения 23.09.2013)
71. Семиков В.Л., Ерёмин В.М. Концепция использования лёгких всепогодных вертолётов для оказания первой помощи и обеспечения безопасности//Материалы 15-й научно-технической конференции "Системы безопасности". М.: Академия ГПС МЧС России, 2006. 134-139 с.
72. Семёнов В.Ю. Использование вертолетов при тушении пожаров в городских условиях//Вектор науки тольяттинского государственного университета.№1. 2012. С.76-79.
73. Виривский А., статья «Вертолеты. Средства и способы пожаротушения»/ "Мир и безопасность". 2009. №2. С 10-14.
74. Якунькин Д. Техническое проектирование систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре // Алгоритм безопасности. 2006. №4. С.64-68.
75. Подставка С.А., Даржания А.Ю. Системы связи и оповещения при пожарах // Вестник НЦБЖД. №1. 2012. С.121-124.
76. Хоанг Тхо Дык, Корольченко А.Я. Выбор системы оповещения и управления эвакуацией при пожаре // Пожаровзрывобезопасность. №1. 2013. С. 69-75.
77. Шархун С.В. Средства оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре на основе сетевых технологий // Пожаровзрывобезопасность. 2013. №2. С. 630-660.
78. Шариков А.Ф. Особенности проектирования систем оповещения и управления эвакуацией для торгово-развлекательных комплексов// «Технологии техносферной безопасности». 2009. №3. 3 с.
79. Неплохов И. Звуковые указатели пожарных выходов // «Алгоритм безопасности». 2007. №3. С. 8-10.
80. Неплохов И. Что придет на смену пожарным извещателям// «Алгоритм безопасности». №4. 2007.С. 44-47.
81. Холщевников В. Проблема беспрепятственной эвакуации людей из зданий Пути решения и оценки// «Алгоритм безопасности». №4. 2006. С12-15
82. Пинаев А. Кулешов Д. Альшевский М. СОУЭ. А они управляют? // Журнал «Алгоритм безопасности». 2007. №1. С. 16-18.

83. Шархун С.В., Кузнецов К.Б. Способы спасения людей из высотных зданий и устройство для его осуществления // Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский государственный университет путей сообщения" (УрГУПС).№1. 2011. С.2-16

84. Васильев М.А., Сычев С.В., Танклевский Л.Т., Фролов Ю.В. Устройство оповещения при пожаре//Общество с ограниченной ответственностью "Холдинг Гефест" (ООО "Холдинг Гефест"). 2009. №1. С.3-9.

85. Неплохов И. Световые системы оповещения при пожаре // Журнал «Алгоритм безопасности». №1. 2006. С. 48-51.

86. Ведерников А.Н., Кузнецова Е.П. Коллективные спасательные средства при пожаре в высотных зданиях // Вестник пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика. №3. 2001. С.30-37.

87. Пинаев А., Коротков В. Еще раз про СОУЭ 5-го типа // Журнал «Алгоритм безопасности». №5. 2009. С. 20-22.

88. Буцынская Т. А. Оповещатели систем тревожной сигнализации // Системы безопасности. № 1. 2005. С. 106-116.

89. Членов А. Н., Буцынская Т. А. Технические средства и системы оповещения людей о пожаре//Системы безопасности. 2005. № 6. С. 80-82.

90. Буцынская Т.А. Классификация технических средств и систем оповещения людей при пожаре// Пожаровзрывобезопасность. № 4. 2006. С.54-57.

91. Динь Конг Хынг, Корольченко А.Я., Охроменко А.С. Пожаротушение тонкораспыленной водой в отсеках выстного здания // Пожаровзрывобезопасность.№3. 201.3 С. 63-66.

92. Матвеев В.Ф. Перечень рекомендуемых технических комплексных систем безопасности для высотного строительства // Сборник трудов 6 Международной специализированной выставки «Пожарная безопасность XXI века» и 5 Международной специализированной выставки «Охранная и пожарная автоматика» (комплексные системы безопасности). М.: Изд-во Эксподизайн, 2007.157-159 с.

93. Шутов Г.П. Эффективное и безопасное спасение людей из высотных зданий с помощью устройства с автоматической скоростью спуска «Спайдер». Исторические и современные аспекты решения проблем горения. Тушения и обеспечения безопасности людей при пожарах: Материалы 20 Международной научно-практической конференции, посвященной 70 -летию создания Института противопожарной обороны, Москва, 2007. Секц.2. Тушение пожаров и спасение людей. М.: Изд-во ВНИИПО МЧС России, 2007. 71-73 с.

94. Буцынская Т. А. Оповещатели систем тревожной сигнализации // Системы безопасности. № 1. 2005. С.106-116.

The high-rise buildings fire safety

V.A. Kazakova[1] , **A.S. Tereshchenko**[2] , **E.S. Nedviga**[3]

Saint-Petersburg State Polytechnical University, 29 Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251, Russia.

ARTICLE INFO

Article history

Received 4 December 2013
Received in revised form 18 March 2014
Accepted 20 March 2014

Keywords

fire safety;
high-rise buildings;
unique buildings;
evacuation;
fire;

ABSTRACT

The high-rise buildings and structures are exposed to the especial danger due to the features of their design, function, construction technology and the further exploitation. These buildings are technologically complicated and they refer to objects with higher level of risk.

Research objective is to compose the recommendation providing high-rise buildings and structures fire safety.

As part of this goal, two problems to be solved:

- to identify the basic requirements for fire safety in high-rise multifunctional buildings;
- to evaluate existing fire protection standards for designing unique buildings with different functional groups of premises.

Comparison of the existing fire protection design standards for unique buildings with different functional areas was done.

[1] *Corresponding author:*
+7 (921) 923 5300, veta0792@mail.ru (Violetta Aleksandrovna Kazakova, Student)
[2] +7 (904) 638 2139, alexxxander97@gmail.com (Aleksandr Gennadjevich Tereshchenko, Student)
[3] +7 (911) 252 0035, nck@bk.ru (Ekaterina Sergeevna Nedviga, Assistant)

Казакова В. А., Терещенко А. С., Недвига Е. С. Пожарная безопасность высотных многофункциональных зданий. /
Kazakova V. A., Tereshchenko A.S., Nedviga E.S. The high-rise buildings fire safety. ©

References

1. *Rojtman V. Obespechenie bezopasnosti ljudej pri pozhare v vysotnyh zdanijah. [Safety in case of fire in high-rise building] // Algoritm bezopasnosti. 2006. No. 4. Pp. 46-51. (rus)*

2. *Kirjuhancev E. Vysotnye zdanija s tochki zrenija pozharnoj bezopasnosti. [High-rise buildings in terms of fire safety] // Grani bezopasnosti. No.3 (33). 2005. Pp. 26-28. (rus)*

3. *Qianli M., Wei G. Discussion on the Fire Safety Design of a High-Rise Building // Procedia Engineering. Vol. 45. 2012. Pp. 685-689.*

4. *Hua P., Jian Z., Wen-Li L., Xiang-Yang Z., Yin-Qing L. Study on the Determination of Safety Factor in Calculating Building Fire Evacuation Time// Procedia Engineering. Vol. 11. 2011. Pp. 343-348.*

5. *Press-sluzhba OOO «Grundfos». O problemah povyshenija pozharobezopasnosti sovremennyh zdanij [Problems of fire safety improving in modern buildings] // AVOK. 2004. No.6. P. 44-54.(rus)*

6. *Federal'nyj zakon Rossijskoj Federacii ot 22 ijulja 2008 g. No. 123-FZ «Tehnicheskij reglament o trebovanijah pozharnoj bezopasnosti». [Technical regulations for fire safety requirements]. (rus)*

7. *SP 2.13130.2009 «Sistema protivopozharnoj zashhity. Obespechenie ognestojkosti ob'ektov zashhity». [Fire protection system. Providing of fire protection]. (rus)*

8. *Konjukov A.G. Pozharnaja bezopasnost' mnogokvartirnyh vysotnyh zhilyh zdanij: metodicheskie ukazanija. [Fire safety of high-rise multi-flat residential buildings: guidelines] N.: Izd-vo NNGASU, 2011. 14 p. (rus)*

9. *Zabegaev A.V., Rojtman V.M. Novoe v zakonodatel'stve po inzhenernoj bezopasnosti i protivopozharnym normam.[New legislation on engineering safety and fire regulations] /:M.: ZAO «Logos-Razvitie», 2002.124 p.(rus)*

10. *Baojun L., Hongtao W, Zhang jun, Hongxu H., Jinsong W., Xiqun C., li Z., Zhirong X. Analysis and Prevention of Bombing Risks in Iraq //Projects Performed by Chinese Enterprises. Vol. 43. Pp.93–100.*

11. *Daniela H., Ben A. Risk of human fatality in building fires: a decision tool using Bayesian networks// Fire Safety Journal. Vol. 44. 2009.Pp. 704–710.*

12. *Watts J., Hall J. Introduction to Fire Risk Analysis SFPE //Handbook for Fire Protection Engineering. 2002.Pp.91-102.*

13. *Klote J., Smoke C, Introduction to Fire Risk Analysis SFPE //Handbook for Fire Protection Engineering. 2002. Pp. 36-47.*

14. *Xiuyu L., Hao Z., Qingming Z.. Factor Analysis of High-Rise Building Fires Reasons and Fire Protection Measures// Procedia Engineering. Vol. 45. 2012. Pp. 643-648.*

15. *Piotr T., Marek K., Jerzy G., Waldemar J., Norbert T., Marcin C. Expert System for Building Fire Safety Analysis and Risk Assessment // Procedia Engineering. Vol. 57. 2013. Pp. 1156-1165.*

16. *Sadovskaja T. Trebovanija pozharnoj bezopasnosti mnogofunkcional'nyh zdanij [Fire safety requirements for multifunctional buildings] // AVOK. No.4. 2008. P.18-28.(rus)*

17. *Kolubkov A. Inzhenernye reshenija vysotnyh zhilyh kompleksov [Engineering solutions for high-rise residential buildings] // AVOK. No.5. 2007.P. 18-30.(rus)*

18. *Vinogradov D.V. Pozharnaja bezopasnost' vysotnyh zdanij i podzemnyh avtostojanok: Uchebn. pos. [Fire safety of high-rise buildings and underground parking] M.: MGSU, 2010. 32 p. (rus)*

19. *Meshalkin E. Proshhe predupredit' [Easier to prevent] // Otkrytaja jelektronnaja biblioteka po inzhenernym disciplinam [jelektronnyj resurs] URL: http://360gr.ru (data obrashhenija 15.09.2013).(rus)*

20. *SP 54.13330.2011 «Zdanija zhilye mnogokvartirnye». [Multi-flat residential buildings].(rus)*

21. *SP 5.13130.2009 «Sistemy protivopozharnoj zashhity. Ustanovki pozharnoj signalizacii i pozharotushenija avtomaticheskie. Normy i pravila proektirovanija». [Fire protection systems. Fire alarm and fire extinguishing. Standards and design rules]. (rus)*

22. *SP 3.13130.2009 «Sistemy protivopozharnoj zashhity. Sistema opoveshhenija i upravlenija jevakuaciej ljudej pri pozhare. Trebovanija pozharnoj bezopasnosti». [Fire protection systems. Warning system and evacuation in case of fire. Fire safety requirements]. (rus)*

23. *Abduragimov I.M., Androsov A.C., Isaeva L.K., Krylov E.B. Processy gorenija.[Combustion]. M.: VIPTSh MVD SSSR. 1984. 268 p. (rus)*

24. *Bessmertnov V.F., Malygin I.G., Skopcov A.A., Shirinkin P.V. Pozharnaja taktika v voprosah i otvetah (3-ja redakcija s izmenenijami i ispravlenijami).[Fire tactics in questions and answers (3rd edition with amendments and corrections].Uchebnoe posobie. SPb.: SPbU GPS MChS Rossii. 2008. 228 p. (rus)*

25. *Brushlinskij H.H. Pozhary v Rossii i v Mir. [Fires in Russia and in the World]. M.: Izd-vo Kalan, 2002. 154 p. (rus)*

26. *Klimushin N.G., Novikov V.N. Protivopozharnaja zashhita zdanij povyshennoj jetazhnosti.[Fire protection of high-rise buildings]. M.:Izd-vo Strojiz-dat, 1979. 142 p.(rus)*

27. *Mikeev A.K. Pozhar. Social'nye, jekonomicheskie, jekologicheskie problemy.[Fire. Social, economic, and environmental problems]. M.: Pozhnauka, 1994. 386 p. (rus)*

28. *Terebnev V.V., Artem'ev N.S., Pogrushnyj A.B. Zdanija povyshennoj jetazhnosti. Protivopozharnaja zashhita i tushenie pozharov. [High-rise buildings. Fire protection and firefighting]. M.: Pozhnauka, 2006. 237 p. (rus)*

29. *Podgrushnyj A.V., Denisov A.N., Hong Ch.D. Sovremennye problemy tushenija pozharov v zdanijah povyshennoj jetazhnosti i vysotnyh zdanijah. [Modern problems of firefighting in high-rise buildings]//Pozharovzryvobezopasnost'. No.6. 2007. Pp. 53-57. (rus)*

30. *Kozhushko T.G. Pozharnaja bezopasnost' vysotnyh zdanij. [Fire safety of high-rise buildings]//Zhilishhnoe stroitel'stvo. No.8. 2008. Pp.10-14. (rus)*

31. *Kuprin G.N. Novaja koncepcija sistemy pozharotushenija mnogofunkcional'nyh vysotnyh zdanij. [The new concept of firefighting in multifunctional high-rise buildings]//Pozharnaja bezopasnost' v stroitel'stve. No.3. 2010.Pp.48-51. (rus)*

32. *Gergel' V.I. Sistema pozharotushenija vysotnogo zdanija ili sooruzhenija. [Firefighting system of high-rise buildings]//Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju "Nauchno-proizvodstvennoe ob'edinenie "Prostor". 2008. Pp. 12-15 (rus)*

33. *Korol'chenko A.Ja., Hyng Din' Kong, Ljapin A.V. Pozharnaja zashhita vysotnyh zdanij.[Fire protection of high-rise buildings]// Pozharovzryvobezopas-nost'. No.3. 2012. Pp.57-61.(rus)*

34. *Nikolaev S.V. Sovremennoe vysotnoe stroitel'stvo. [Modern high-rise buildings]// Moskva, GUP "ITC Moskomarhitektury". 2007. Pp. 464. (rus)*

35. *Samar A.P., Holupova O.V., Problemy obespechenija pozharnoj bezopasnosti vysotnyh zdanij. [Problems of fire safety in high-rise buildings]//Tihookeanskij gosudarstvennyj universitet. No.4. 2013. P.1821-1826. (rus)*

36. *Din' Kong Hyng, Vorogushin O.O. Korol'chenko A.Ja. Dinamika razvitija pozharov v vysotnyh zdani-jah. [Dynamics of fire development in high-rise buildings] //Pozharovzryvobezopasnost'. No.12. 2012. Pp. 60-66. (rus)*

37. *Maklakova T.G. Vysotnye zdanija. Gradostroitel'nye i arhitekturno-konstruktivnye problemy proektirovanija: monografija. [High-rise Buildings. Town planning and architectural design problems: monograph] M.: Izd-vo ASV, 2006. 160 p. (rus)*

38. *Metodicheskie rekomendacii po tusheniju pozharov v zdanijah povyshennoj jetazhnosti. M.: Upravlenie organizaciej pozharotushenija i special'noj pozharnoj ohrany MChS Rossii. 2006. 31p. [Guidelines for firefighting in high-rise buildings]/MChS Rossii. 2006. (rus)*

39. *Tarancev A.A., Novoselov R.N., Rodichev A.Ju. Vysotnye zdanija i ih pozharnaja opasnost'. [High-rise buildings and fire danger]// Nauchno-analiticheskij zhurnal «Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MChS Rossii». No.2. 2010. Pp. 1-7. (rus)*

40. *Yi G., Qin H. Fuzzy Comprehensive Evaluation of Fire Risk on High-Rise Buildings//Procedia Engineering. Vol.11. 2011. Pp. 620-624.*

41. *Black W.Z. Smoke movement in elevator shafts during a high-rise structural fire//Fire Safety Journal. Vol. 44. Issue 2. 2009. Pp. 168-182.*

42. *Belden M. A high rise building fire case study//Computers & Security. Vol. 11. Issue 1. 1992. Pp. 19-23.*

43. *Craighead G.Chapter 2 - Security and Fire Life Safety Uniqueness of High-Rise Buildings//High-Rise Security and Fire Life Safety (Third Edition). 2009. Pp. 27-59.*

44. *Craighead G. Chapter 36 - High-Rise Security//Handbook of Loss Prevention and Crime Prevention (Fifth Edition). 2012. Pp. 432-456.*

45. *Kobes M., Helsloot I., Bauke de Vries, Jos G. Building safety and human behaviour in fire: A literature re-view //Fire Safety. Vol. 45. Issue 1. 2010. Pp. 1-11.*

46. *Craighead G.Chapter 1 - High-Rise Building Definition, Development, and Use//High-Rise Security and Fire Life Safety (Third Edition). 2009. Pp. 1-26.*

47. *Stern-Gottfried J., Rein G. Travelling fires for structural design–Part I: Literature review //Fire Safety Journal. Vol. 54. 2012. Pp. 74-85.*

48. *Wang Y., Hadjisophocleous G., Zalok E.Smoke movement in multi-storey buildings using CUsmoke//Safety Sci-ence. Vol. 52. 2013. Pp. 13-27.*

49. *Röben C., Gillie M., Torero J. Structural behaviour during a vertically travelling fire //Journal of Constructional Steel Research. Vol. 66. Issue 2. 2010, Pp. 191-19.*

50. *Quintiere J.G., M di Marzo, Becker R. A suggested cause of the fire-induced collapse of the World Trade Towers//Fire Safety Journal.2009. Vol. 37. Issue 7. Pp. 707-716.*

51. *Craighead G.Chapter 9 - Office Buildings//High-Rise Security and Fire Life Safety (Third Edition). 2009. Pp. 461-503.*

52. *Apakov A.B. K voprosu o celesoobraznosti modelirovanija parametrov ljudskih potokov pri jevakuacii s ispol'zovaniem teorii massovogo obsluzhivanija. [On the feasibility of modeling parameters of human flows in the evacuation using queuing theory] // Pozharovzryvobezopasnost'. No. 5. 2003. Pp. 32-39 (rus)*

53. *Predtechenskij V.M., Milinskij A.I. Proektirovanie zdanij s uchjotom organizacii dvizhenija ljudskih potokov. [Design of buildings, taking into account the organization of movement of human flows]// M.: Izd-vo 2-e, pererab. i dop. Strojizdat, 1979. Pp. 188-193. (rus)*

54. *Samoshin D.A. Raschet vremeni jevakuacii ljudej. Problemy i perspektivy. [Timing evacuation. Problems and prospects]// Pozharovzryvobezopasnost'. No.1. 2004. Pp. 57-69(rus)*

55. *Tarancev A.A. Modelirovanie parametrov ljudskih potokov pri jevakuacii s ispol'zovaniem teorii masso-vogo obsluzhivanija.[Simulation parameters of human flows in the evacuation using queuing theory]// Pozharovzryvobezopasnost'. No. 6. 2002. Pp. 90-120 (rus)*

56. *Tarancev A.A. Opredelenie parametrov ljudskogo potoka pri svobodnom dvizhenii.[Determination of parameters of the flow of people in free motion]// Pozharovzryvobezopasnost'. No. 5. 2004. Pp. 20-74 (rus)*

57. *Tarancev A.A. Opredelenie raschjotnogo vremeni jevakuacii smeshannogo potoka ljudej.[Determining the time of evacuation of the mixed flow of people]// Pozharovzryvobezopasnost'. No. 6. 2006. Pp.52-101 (rus)*

58. *Yang J., Yang Y., Chen Y. Numerical Simulation of Smoke Movement Influence to Evacuation in a High-Rise Residential Building Fire//Procedia Engineering. Vol.45. 2012. Pp. 727-734.*

59. *Xing Z., Tang Y. Simulation of Fire and Evacuation in High-Rise Building//Procedia Engineering. Vol.45. 2012. Pp. 705-709.*

60. *Giletich A.N., Shebeko A.Ju.,Shebeko Ju.N., Gordienko D.M. Trebuemye predely ognestojkosti stroitel'nyh konstrukcij vysotnyh zdanij. [Required fire resistance of building structures of high-rise buildings]//Pozharnaja bezopasnost'. No.4. 2012. P. 31-39. (rus)*

61. *Steven A. Lavender, Glenn E., Hedman, Jay P. Mehta, Paul A. Reichelt, Karen M., Park S. Evaluating the physical demands on firefighters using hand-carried stair descent devices to evacuate mobility-limited occupants from high-rise buildings//Applied Ergonomics, Available online 4 June 2013. [jelektronnyj resurs] URL: http://www.lrc.fema.gov/ (data obrashhenija 20.09.2013).*

62. *Oven V., Cakic N.i Modelling the evacuation of a high-rise office building in Istanbul//Fire Safety Journal. Vol. 44, Issue 1. 2009. Pp. 1-15.*

63. *Chen Z., Zhang J., LI D. Smoke Control – Discussion of Switching Elevator to Evacuation Elevator in High-rise Building//Procedia Engineering. Vol.11. 2011. Pp. 40-44.*

64. *Korol'chenko A.Ja. Din' Kong Hyng. Jevakuacija ljudej iz vysotnyh zdanij pri pozharah. [Evacuation of people from high-rise buildings in case of fire]//Vestnik MGSU. No.10. 2012. P. 206-212. (rus)*

65. *Kevin M., Baum H., Rehm R., Mell W., McDermott R..Fire Dynamics Simulator (version 5) //Technical Reference Guide-NIST Special Publication 1018-5. National Institute of Standards and Technology. 2009. Pp. 117.*

66. *Grigor'eva N.A. Osobennosti obespechenija bezopasnoj jevakuacii spasenija i samospasenija ljudej pri pozharah v vysotnyh zdanijah. [Features ensure safe evacuation of rescue and self-rescue people from fires in high-rise buildings]//Problemy bezopasnosti i chrezvychajnyh situacij. No.3. 2009. Pp.78-83. (rus)*

67. *Holshhevnikov V.V., Samoshin D.A. Normirovanie bezopasnoj jevakuacii ljudej iz vysotnyh zda-nij. [Standards of safe evacuation of people from high-rise buildings]//Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. No.2. 2007.Pp. 50-52. (rus)*

68. *Bikbau Ja.M., Bikbau M.Ja. Ustrojstvo dlja jevakuacii ljudej pri pozharah v vysotnyh zdanijah i sooruzheni-jah. [Device for evacuation during fires in high-rise buildings]//OAO "Moskovskij IMJeT". 2010. Pp. 15-21(rus)*

69. *Prus Ju.V., Artjushin Ju.I.,Bucynskaja G.A. Primenenie aviacionnyh tehnologij v dejatel'nosti pozharnyh podrazdelenij. [Using of aeronautical technologies by fire departments]//Problemy bezopasnosti i chrezvychajnyh situacij. No.2. 2008. Pp. 70-73. (rus)*

70. *Artjushin Ju.I., Prus Ju.V. Nekotorye aspekty primenenija aviacionno-spasatel'nyh tehnologij pri pozha-rah v vysotnyh zdanijah. [Some aspects of the aviation rescue techniques during fires in high-rise buildings]//Internet-zhurnal «Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti». 2007. P.3. [jelektronnyj resurs] URL: http://ipb.mos.ru/ttb (date of reference 23.09.2013). (rus)*

71. *Semikov V.L., Erjomin V.M. Koncepcija ispol'zovanija ljogkih vsepogodnyh vertoljotov dlja okazanija pervoj pomoshhi i obespechenija bezopasnosti. [The concept of using light helicopters for first aid and safety]//Materialy 15-j nauchno-tehnicheskoj konferencii "Sistemy bezopasnosti". M.: Akademija GPS MChS Rossii, 2006. 134-139 p. (rus)*

72. *Semjonov V.Ju. Ispol'zovanie vertoletov pri tushenii pozharov v gorodskih uslovijah. [Using helicopters to extinguish fires in urban environments]//Vektor nauki tol'jat-tinskogo gosudarstvennogo universiteta. No.1. 2012. Pp.76-79. (rus)*

73. *Virivskij, stat'ja «Vertolety. Sredstva i sposoby pozharotushenija». [article "Helicopters . Devices and methods of firefighting"]/ "Mir i bezopasnost'. No.1. 2009. Pp.10-14 (rus)*

74. *Jakun'kin D. Tehnicheskoe proektirovanie sistem opoveshhenija i upravlenija jevakuaciej ljudej pri pozha-re. [Engineering design of warning systems and evacuation in case of fire]//Zhurnal «Algoritm bezopasnosti». No.4. 2006. Pp.64-68. (rus)*

75. *Podstavka S.A., Darzhanija A.Ju. Sistemy svjazi i opoveshhenija pri pozharah. [Communication systems and fire warning] // Vestnik NCBZhD. No.1. 2012. Pp.121-124. (rus)*

76. *Hoang Tho Dyk, Korol'chenko A.Ja. Vybor sistemy opoveshhenija i upravlenija jevakuaciej pri pozha-re. [Choosing of warning systems and evacuation control]//Pozharovzryvobezopasnost'. No.1. 2013. Pp.69-75.(rus)*

77. *Sharhun S.V. Sredstva opoveshhenija i upravlenija jevakuaciej ljudej pri pozhare na osnove setevyh tehnologij. [Warning systems and evacuation in case of fire on the basis of network technologies]// Pozharovzryvobezopasnost'. No.2. 2013. Pp.630-660. (rus)*

78. *Sharikov A.F. Osobennosti proektirovanija sistem opoveshhenija i upravlenija jevakuaciej dlja torgovo-razvlekatel'nyh kompleksov. [Features design of warning systems and evacuation for shopping malls]// «Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti». No.3. 2009. 3 p. (rus)*

79. *Neplohov I. Zvukovye ukazateli pozharnyh vyhodov. [Sound pointers of fire exits]// «Algoritm bezopasnosti». No.3. 2007. Pp. 8-10. (rus)*

80. *Neplohov I. Chto pridet na smenu pozharnym izveshhateljam. [What will replace fire detectors?]// «Algoritm bezopasnosti». No.4. 2007. Pp. 44-47. (rus)*

81. *Holshhevnikov V. Problema besprepjatstvennoj jevakuacii ljudej iz zdanij Puti reshenija i ocenki. [The problem of smooth evacuation of people from buildings. Ways of decisions and estimates]// «Algoritm bezopasnosti». No.4. 2006. Pp.12-15 (rus)*

82. *Pinaev A. Kuleshov D. Al'shevskij M. SOUJe.A oni upravljajut?[CEAS (control evacuation alert system). And they run]//Zhurnal «Algoritm bezopasnosti». No.1. 2007. Pp. 16-18. (rus)*

83. *Sharhun S.V., Kuznecov K.B. Sposoby spasenija ljudej iz vysotnyh zdanij i ustrojstvo dlja ego osushhestvlenija. [Ways of saving people from high-rise buildings and device for its implementation] // Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija "Ural'skij gosudarstvennyj universitet putej soobshhenija" (UrGUPS). No.1. 2011. Pp. 2-16. (rus)*

84. *Vasil'ev M.A., Sychev S.V., Tanklevskij L.T., Frolov Ju.V. Ustrojstvo opoveshhenija pri pozhare. [The fire warning device]//Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju "Holding Gefest" (OOO "Holding Gefest"). No.1. 2009. Pp. 3-9. (rus)*

85. *Neplohov I. Svetovye sistemy opoveshhenija pri pozhare. [Light in fire warning system] // Zhurnal «Algoritm bezopasnosti». No.1. 2006. Pp. 48-51. (rus)*

86. *Vedernikov A.N., Kuznecova E.P. Kollektivnye spasatel'nye sredstva pri pozhare v vysotnyh zdani-jah. [Collective life-saving items in case of fire in high-rise buildings]//Vestnik permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Urbanistika. No.3. 2001. Pp.30-37. (rus)*

87. *Pinaev A., Korotkov V. Eshhe raz pro SOUJe 5-go tipa. [Once again about CEAS type 5]//Zhurnal «Algoritm bezopasnosti». No.5. 2009. Pp. 20-22. (rus)*

88. *Bucynskaja T. A. Opoveshhateli sistem trevozhnoj signalizacii. [Sirens of alarm systems]//Sistemy bezopasnosti. No. 1. 2005. Pp. 106-116. (rus)*

89. *Chlenov A. N., Bucynskaja T. A. Tehnicheskie sredstva i sistemy opoveshhenija ljudej o pozhare. [Technical devices and systems of fire warning]//Sistemy bezo-pasnosti. No. 6. 2005. Pp. 80-82. (rus)*

90. *Bucynskaja T.A. Klassifikacija tehnicheskih sredstv i sistem opoveshhenija ljudej pri pozhare. [Classification of technical equipment and warning systems in case of fire]// Pozharovzryvobezopasnost'. No. 4. 2006. Pp.54-57. (rus)*

91. *Din' Kong Hyng, Korol'chenko A.Ja., Ohromenko A.S. Pozharotushenie tonkoraspylennoj vodoj v otsekah vystnogo zdanija.[Water mist firefighting in compartments of high-rise buildings] //Pozharovzryvobezopasnost'. No.3. 201.3 Pp. 63-66. (rus)*

92. *Matveev V.F. Perechen' rekomenduemyh tehnicheskih kompleksnyh sistem bezopasnosti dlja vysotnogo stroitel'stva. [List of recommended technical integrated security systems for high-rise construction]//Sbornik trudov 6 Mezhdunarodnoj specializirovannoj vystavki «Pozharnaja bezopasnost' XXI veka» i 5 Mezhdunarodnoj specializirovannoj vystavki «Ohrannaja i pozharnaja avtomatika» (kompleksnye sistemy bezopasnosti). M.: Izd-vo Jekspodizajn, 2007. Pp. 157-159. (rus)*

93. *Shutov G.P. Jeffektivnoe i bezopasnoe spasenie ljudej iz vysotnyh zdanij s pomoshh'ju ustrojstva s avtomaticheskoj skorost'ju spuska «Spajder». Istoricheskie i sovremennye aspekty reshenija problem gorenija. Tushenija i obespechenija bezopasnosti ljudej pri pozharah: Materialy 20 Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj 70 -letiju sozdanija Insti tuta protivopozharnoj oborony, Moskva, 2007. Sekc.2. Tushenie pozharov i spasenie ljudej.[Effective and safe rescue of people from high-rise buildings with a device with automatic shutter speed "Spider". Historical and modern aspects of solving burning problems. Firefighting and safety of people in fires: Articles of 20th International scientific-practical conference dedicated to the 70th anniversary of the Institute for Fire Protection, Moscow, 2007. Section 2. Firefighting and rescue people] M.: Izd-vo VNIIPO MChS Rossii, 2007. Pp. 71-73. (rus)*

94. *Bucynskaja T. A. Opoveshhateli sistem trevozhnoj signalizacii. [Sirens alarm systems]//Sistemy bezopasnosti. No. 1. 2005. Pp.106-116. (rus)*