

УДК 699.814

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

**Е.М. Перминов**

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
г. Санкт-Петербург (Российская Федерация)*

**Аннотация.** Высотное строительство в современном мире набирает свою популярность, что, в свою очередь, ставит вопрос о пожарной безопасности на первое место. Чрезвычайные ситуации, связанные с пожарами и авариями в высотных зданиях, могут приводить к большим человеческим жертвам, что, в свою очередь, вызовет сильный общественный резонанс. Все это определяет особое внимание к проблеме обеспечения безопасности людей и самих высотных зданий в случае возникновения пожара. Из-за особенностей конструкции, эксплуатации и возведения высотных зданий и сооружений пожары представляют для них собой особую опасность, следовательно, при проектировании и строительстве таких зданий необходимо с вниманием отнестись к обеспечению пожарной безопасности. В статье рассмотрены конструктивные и объемно-планировочные решения, особенности систем оповещения, защиты и предотвращения пожара, инженерные системы и меры, направленные на снижение пожароопасности. Возведение высотных зданий требует повышенных мер по пожарной безопасности. Поэтому, чтобы решить вопросы пожарной безопасности на протяжении всего строительства нужно привлекать еще на этапе проектирования специалистов по вопросам пожарной безопасности.

**Ключевые слова:** пожар, пожарная безопасность, противопожарная защита, пожарная безопасность, высотные здания, пожарные отсеки, конструктивные решения.

**Ссылка для цитирования:** Перминов, Е.М. Обеспечение пожарной безопасности высотных зданий / Е.М. Перминов // Инженерные исследования. - 2021. - № 3(3). - С. 15-21. – URL: <http://eng-res.ru/archive/2021/3/15-21.pdf>

## ENSURING FIRE SAFETY OF HIGH-RISE BUILDINGS

**E.M. Perminov**

*Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St.Petersburg (Russian Federation)*

**Abstract.** High-rise construction is gaining popularity in the modern world, which, in turn, puts the issue of fire safety in the first place. Emergencies associated with fires and accidents in high-rise buildings can lead to large human casualties, which, in turn, will cause a strong public outcry. All this determines special attention to the problem of ensuring the safety of people and the high-rise buildings themselves in the event of a fire. Due to the peculiarities of the design, operation and construction of high-rise buildings and structures, fires pose a special danger to them, therefore, when designing and constructing such buildings, it is necessary to pay attention to ensuring fire safety. The article discusses constructive and space-planning solutions, features of warning systems, protection and fire prevention, engineering systems and measures, direction to reduce fire hazard. The construction of high-rise buildings requires increased fire safety measures. Therefore, in order to solve fire safety issues throughout the entire construction, it is necessary to involve specialists in fire safety at the design stage.

**Keywords:** fire, fire safety, fire protection, fire safety, high-rise buildings, fire compartments, design solutions.

**For citation:** Perminov, E.M. Ensuring fire safety of high-rise buildings / E.M. Perminov // Inzhenernyye issledovaniya [Engineering Research]. - 2021. - No. 3(3). - Pp. 15-21. – URL: <http://eng-res.ru/archive/2021/3/15-21.pdf>

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время высотные здания имеют большую распространенность, формируя облик современных мегаполисов. Это обуславливается максимально эффективным использованием площади что играет важную роль в условиях плотной городской застройки [1, 2]. Однако нахождение в здании большого количества людей, значительная высота, затрудняющая тушение пожаров с использованием обычной пожарной техники, а также трудности, связанные с эвакуацией людей с верхних этажей, обуславливают высокую вероятность пожаров и делают любое чрезвычайное происшествие очень опасным [3-6]. В табл. 1 приведены некоторые крупные пожары в высотных зданиях и их последствия.

Таблица 1. Пожары в высотных зданиях  
Table 1. Fires in high-rise buildings

Дата и место	Последствия
Сеул, Южная Корея, 25.12.1971	Пожар в 22-этажной гостинице «Дай-Юн-Как», 164 человека погибло, более 50 получили травмы
Лас-Вегас, США, 21.11.1980	Пожар в отеле-казино MGM Grand Hotel, 87 человек погибли, более 600 пострадали
Гонконг, Китай, 20.11.1996	Пожар в 16-этажном торгово-офисном комплексе Garley Building, погиб 41 человек, еще 81 получили травмы
Шанхай, Китай, 15.11.2010	Пожар в 28-этажном жилом здании, 58 человек погибли, более 100 пострадали
Лондон, Великобритания, 14.07.2017	Пожар в 24-этажном жилом здании Grenfell Tower, погиб 71 человек, 74 человека получили травмы, более 400 человек были эвакуированы (рис.1)

Эти примеры служат свидетельством высокой опасности, которую пожары предоставляют для высотных зданий и людей, в этих зданиях находящихся.



**Рис. 1.** Пожар в Grenfell Tower<sup>1</sup>  
**Fig. 1.** Fire in Grenfell Tower

<sup>1</sup> Пожар в Лондоне: жертв может быть больше 100, а масштабы катастрофы останутся неизвестными [Электронный ресурс]. - URL: <https://inforesist.org/pozhar-v-londone-zhertv-mozhet-byit-bolshe-100-a-masshtabyi-katastrofyi-ostanutsya-neizvestnyimi/> (дата обращения: 12.05.2021)

Анализ происшествий и литературы показал, что основной причиной большого количества жертв пожаров в высотных зданиях является трудность эвакуации людей с верхних этажей. Это происходит из-за отказа лифтов и блокирования эвакуационных путей огнем и продуктами горения [7-9]. Кроме этого, пожарная охрана не может эффективно противодействовать пожарам на большой высоте в связи с ограниченной высотой лестниц.

Следовательно, противопожарные меры должны быть превентивными и направлены на усовершенствование систем оповещения и пожаротушения, сокращение времени эвакуации, увеличение огнестойкости конструктивных элементов здания для нераспространения пожара внутри объекта [10]. Для этого должны приниматься соответствующие конструктивные и объемно-планировочные решения. Эти же требования отражены в СП 112.13330.2011 «Строительные нормы и правила Российской Федерации. Пожарная безопасность зданий и сооружений».

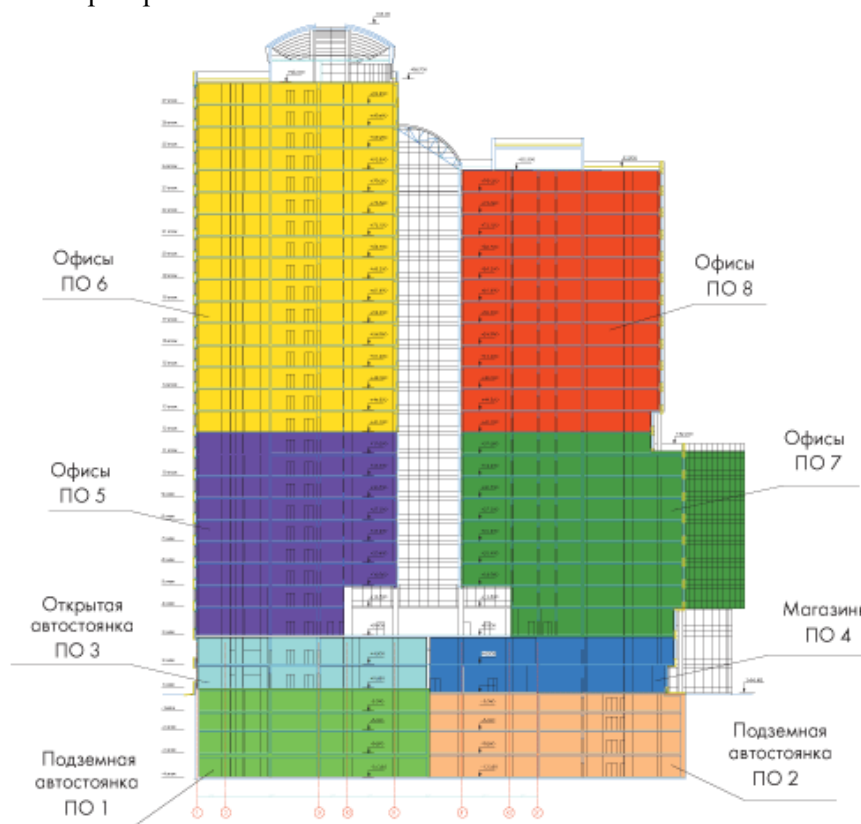
Кроме того, в настоящее время существуют СП 477.1325800.2020 «Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности», который устанавливает требования пожарной безопасности при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации высотных зданий и комплексов.

## РЕШЕНИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

### Объемно-планировочные решения

Объемно-планировочные решения позволяют минимизировать возможность распространения пожара, а также обеспечить в случае возгорания быстрое спасение людей.

Части высотных зданий, имеющие различные классы функциональной пожарной опасности, разделяются противопожарными стенами и перекрытиями с повышенными пределами огнестойкости в самостоятельные пожарные отсеки (рис.2) с максимальной площадью не более 2500 м<sup>2</sup> (зависит от класса функциональной пожарной опасности, исключение – подземные автостоянки и стилобаты). Технические этажи также входят в состав отсеков или выделяются в отдельный отсек. Если на техническом этаже размещены жилые помещения их также следует отделять противопожарными стенами от остального пространства этажа.



**Рис. 2.** Пример разделения здания на пожарные отсеки по высоте<sup>2</sup>  
**Fig. 2.** An example of dividing a building into fire compartments by height

<sup>2</sup> Требования пожарной безопасности многофункциональных зданий [Электронный ресурс]. - URL: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=3997](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3997) (дата обращения: 12.05.2021)

По высоте пожарные отсеки, за исключением нижнего, не должны превышать 50 м. Нижний отсек может быть 50-75 м в зависимости от класса функциональной безопасности помещений в нем расположенных.

Стилобаты (нижние общие этажи высотных комплексов) могут иметь отличные от остальной части высотного здания или комплекса назначение и класс функциональной безопасности. В связи с этим их выделяют в отдельный пожарный отсек площадью до 3000 м<sup>2</sup>. Кровля стилобатов зачастую делается эксплуатируемой и имеет выходы для обеспечения возможности эвакуации через наружные лестницы.

Также существующими СП ограничивается вместимость зальных помещений на различных уровнях. Например, залы с вместимостью 300–600 человек должны располагаться не выше 10 м. Кроме того, такие залы отделяются противопожарными стенами и перекрытиями.

Для эвакуации в зданиях предусмотрены лестницы с незадымляемыми лестничными площадками, имеющие аварийное освещение и указатели. Создаются незадымляемые пожаробезопасные зоны, в которых люди могут продержаться до прибытия спасателей.

Атриумы в высотных зданиях располагаются в пределах нижнего пожарного отсека или стилобата.

### Конструктивные решения

Для обеспечения пожарной безопасности конструкции здания должны иметь пределы огнестойкости, указанные в табл. 6.1 СП 477.1325800.2020 «Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности». Согласно ей, несущие элементы должны иметь пределы огнестойкости 150-240 минут и зависят от общей высоты здания. Также особую сопротивляемость огню должны иметь стены лестничных маршей и площадок, стены лифтовых холлов и шахт, противопожарные стены и перекрытия, разделяющие пожарные отсеки, и стены залов и помещений с высокой вместимостью людей.

Помимо конструкций, двери, люки и другие заполнения проемов в конструкциях с обозначенными в табл. 2 СП 477.1325800.2020 «Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности» пределами огнестойкости тоже делают противопожарными. Двери лифтовых холлов и лифтов устанавливают дымопроницаемыми. В коммуникационных шахтах применяют противопожарные двери, а стены самих шахт имеют пределы огнестойкости как у пересекаемых ими перекрытий.

Противопожарные перекрытия разделяют наружные стены и выступают за плоскость стены не менее чем на 30 см.

Наружная отделка выполняется также из негорючих, ветрозащитных и влагозащитных материалов [11]. Внутренняя отделка и мебель также выполняются из материалов с определенным классом пожарной опасности (рис.3).

Кровля должна состоять из негорючих материалов и, как уже говорилось выше, иметь возможность быть площадкой для эвакуации.



**Рис. 3.** Противопожарная перегородка 1-го типа, выполненная из металлических конструкций с остеклением<sup>3</sup>  
**Fig. 3.** Firewall of the 1st type, made of metal structures with glazing

<sup>3</sup> Противопожарные алюминиевые перегородки [Электронный ресурс]. - URL: <https://vip-komplekt.ru/protivopozharnye-peregorodki/> (дата обращения: 12.05.2021)

Важным пунктом пожаробезопасности является подтверждение огнестойкости и сертификация всех строительных материалов. Применение несертифицированных материалов опасно, так как не может гарантироваться заявленная огнестойкость.

#### Системы оповещения, защиты и предотвращения пожара, инженерные системы

Для исключения задымления через воздуховоды вентиляционные системы разделяют по отсекам, а сами воздуховоды и коллекторы выполняют из негорючих материалов. Таким же образом устанавливается противодымная вентиляция – отдельно для коридоров, холлов и галерей и отдельно для помещений (рис.4).

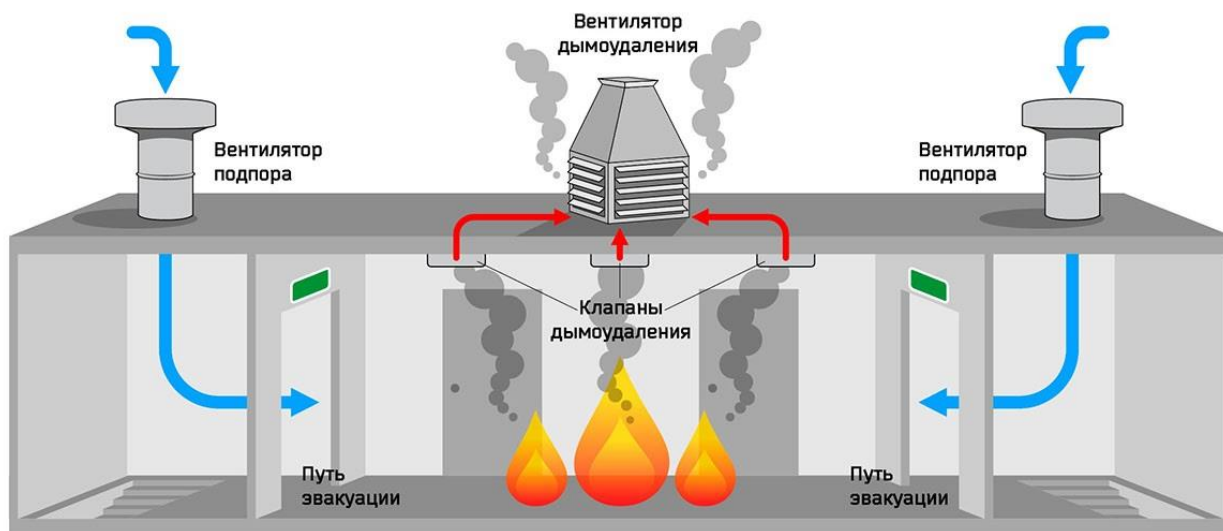


Рис. 4. Схема устройства противодымной вентиляции<sup>4</sup>

Fig. 4. Smoke ventilation device diagram

Электроснабжение высотных зданий проводится по первой категории надежности, особое внимание уделяется электроснабжению лифтов, так как лестницы из-за высоты здания имеют большую протяженность и не все категории граждан могут ими воспользоваться. Работа систем пожарной сигнализации и пожаротушения обеспечивается ИБП (источниками бесперебойного питания), что делает их неуязвимыми для повреждений в электросети здания. Аварийное освещение имеет параллельное подключение и продолжает работать при выходе из строя одной или нескольких ламп.

Особую роль в обеспечении безопасности играют системы пожарной сигнализации, так как своевременное обнаружение возгорания существенно облегчает эвакуацию. В высотных зданиях устанавливаются адресные системы пожарной сигнализации, позволяющие определить помещение, в котором произошло возгорания. Также особое внимание уделяется поддержанию ее работоспособности, любые неисправности устраняются в срок до двух часов. Для оповещения людей в каждом помещении устанавливают автоматические пожарные извещатели, подключенные к системе оповещения и управления эвакуацией.

Для эффективного тушения пожаров внутри здания предусмотрен независимый от остального водоснабжения (за исключением систем автоматического пожаротушения) трубопровод, имеющий пожарные краны, находящиеся в многофункциональных шкафах на каждом этаже и кровле у незадымляемых лестничных площадок.

Отряды пожарной охраны, работающие в районах высотной застройки, имеют на вооружении особое оборудование, например, лестницы с максимальной высотой до 100 м, мобильные мотопомпы, позволяющие прокладывать длинные магистрали для доставки воды на большую высоту без потери напора воды, которые использует 207-й ПСО, дежурящий в Москва-Сити, и вертолеты. Также для персонала и жителей высотных зданий регулярно проводятся учения (рис.5).

<sup>4</sup> Требования к системам дымоудаления в лифтовых шахтах [Электронный ресурс]. - URL: <https://smtrading.ru/text/sistemy-dymoudaleniya-v-liftovyh-shahtah> (дата обращения: 12.05.2021)

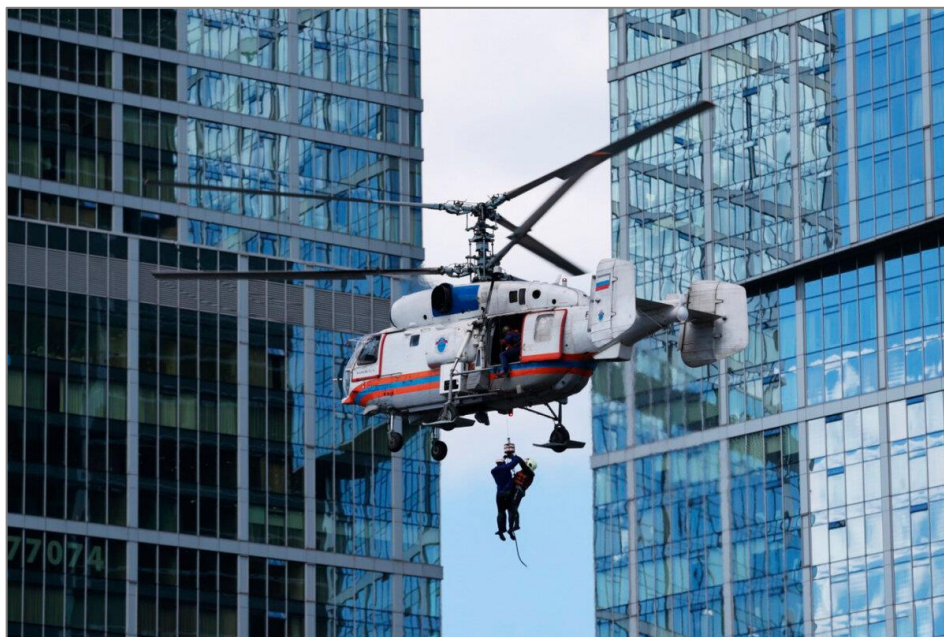


Рис. 5. Учения с использованием вертолета<sup>5</sup>

Fig. 5. Helicopter drills

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы выделены основные решения и меры, обеспечивающие пожарную безопасность в высотных зданиях:

- Высотные здания являются объектами повышенной пожарной опасности, ЧС, происходящие в них, приводят к большому количеству жертв.

- В настоящее время эта данная проблема не осталась без внимания государства: разработаны и приняты соответствующие СП. Меры по обеспечению пожарной безопасности направлены, преимущественно, на обеспечение эвакуации и профилактики.

- Объемно-планировочные решения подразумевают разделение здания на пожарные отсеки стенами и перекрытиями с высоким пределом огнестойкости.

- Конструктивные решения направлены на выполнение элементов здания из негорючих материалов.

- Инженерные системы выполняются максимально надежными, все системы пожарной безопасности выполняются независимыми от основных коммуникаций для максимально возможного сохранения работоспособности. Также должны проводиться профилактические и просветительные мероприятия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бологов, И.С. Проблемы уплотнительной застройки в Санкт-Петербурге / И.С. Бологов, О.С. Гамаюнова // Строительство и техногенная безопасность. - 2021. - № 22(74). - С.15-28.

2. Gamayunova, O. Technical features of the construction of highrise buildings / O. Gamayunova, D. Spitsov // В сборнике: E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TRASEE 2019. 2020. С. 08008.

3. Казакова, В.А. Пожарная безопасность высотных многофункциональных зданий / В.А.Казакова, А.Г. Терещенко, Е.С. Недвига // Строительство уникальных зданий и сооружений. - 2014. - №3. - С. 38–56.

4. Кожушко, Т.Г. Пожарная безопасность высотных зданий / Т.Г. Кожушко // Жилищное строительство. - 2008. - №8. - С.10-14.

5. Дмитриев, И.И. Анализ пожароопасных факторов многоэтажного здания / И.И. Дмитриев, В.А. Черненко // В сборнике: Неделя науки СПбПУ. Материалы научной конференции с международным участием. Инженерно-строительный институт. - 2018. - С. 353-356.

6. Ройтман, В. Обеспечение безопасности людей при пожаре в высотных зданиях / В. Ройтман // Алгоритм безопасности. – 2006. – № 4. – С. 46-51.

7. Гравит, М.В. Моделирование процесса эвакуации из высотных зданий и сооружений с использованием пассажирских лифтов / М.В. Гравит, И.Н. Карькин, И.И Дмитриев., К.А. Кузенков // Пожаровзрывобезопасность. - 2019. - Т. 28. - № 2. - С. 66-80.

<sup>5</sup> На страже Сити [Электронный ресурс]. URL: <https://moslenta.ru/city/pozharniecitiy.htm> (дата обращения 04.05.2021)

8. Gravit, M.V. Vertical transport systems for high-rise buildings / M.V. Gravit, K.A. Kuzenkov, I.I. Dmitriev, M.V. Nafikova // Construction of Unique Buildings and Structures. - 2021. - № 2 (95). - С. 9505.

9. Gravit, M. Fire resistance evaluation of tempered glass in software ELCUT / M. Gravit, A. Karimova, E. Fedotova, I. Dmitriev, N. Klimin // Smart Innovation, Systems and Technologies. - 2021. - Т. 220. - С. 523-537.

10. Егорова, Н. В. Современная противопожарная защита высотных зданий / Н. В. Егорова, М. О. Носенко // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2019. – Т. 1. – № 3. – С. 304-307.

11. Гравит, М.В. Защита конструкций высотных зданий от пожара и взрыва штукатурными составами / М. В. Гравит, С. А. Свинцов, А. А. Ардеева, А. Е. Колобзаров // Ростовский научный журнал. – 2017. – № 5. – С. 613-628.

#### ОБ АВТОРАХ

**Егор Максимович Перминов** – студент. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ). 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29. E-mail: perminiv.em@ya.ru

#### ABOUT THE AUTHORS

**Egor M. Perminov** – student. Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU). 195251, Russia, St.Petersburg, Polytechnicheskaya st., 29. E-mail: perminiv.em@ya.ru