

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт инженерной и экологической безопасности
(наименование института полностью)
20.04.01 Техносферная безопасность
(код и наименование направления подготовки)
Управление пожарной безопасностью
(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему «Перспективы развития организации тушения пожаров в
высотных зданиях»

Обучающийся	А.В. Зиненко (Инициалы Фамилия)	(личная подпись)
Научный руководитель	к.с-х.н., доцент О.А. Малахова (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
Консультант	к.э.н, доцент Т.Ю. Фрезе (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	

Оглавление

Введение	3
Термины и определения.....	12
Перечень сокращений и обозначений	14
Глава 1 Анализ пожарной защиты высотных зданий	16
1.1 Анализ инцидентов и возгораний в высотных зданиях	16
1.2 Анализ результатов пожарной профилактики систем пожарной защиты высотных зданий. Перечень выявленных проблем, рисков для обеспечения пожарной безопасности высотных зданий.....	29
Глава 2 Методы и средства повышения пожарной безопасности высотных зданий	66
2.1 Анализ методов и средств повышения пожаробезопасности высотных зданий	66
2.2 Описание и возможность внедрения методов и средств повышения пожаробезопасности высотных зданий	81
Глава 3 Опытно-экспериментальная апробация предлагаемых решений по повышению пожаробезопасности высотных зданий.....	86
3.1. Технология (программа) внедрения методов и средств повышения пожаробезопасности высотных зданий. Результаты внедрения методов и средств организации тушения пожаров в высотных зданиях.....	86
3.2. Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов организации тушения пожаров в высотных зданиях.....	98
Заключение.....	115
Список используемой литературы и используемых источников.....	118
Приложение А Устройство проездов для пожарных	134
Приложение Б Расходы воды на внутреннее пожаротушение.....	137

Введение

Актуальность и научная значимость настоящего исследования состоит в том, что в настоящее время, ввиду большого притока населения в города и развития научно-технического прогресса, всё более приоритетным становятся строительство и эксплуатация высотных зданий. В особенности стремительно увеличивается число таких зданий жилого сектора.

В городе Москве только на участке Москва-Сити стоят семь башен высотой более 300 м, а в городе Санкт-Петербург здание «Охта-центр» высотой 396 м.

При этом обеспечение пожарной безопасности и организация тушения пожаров высотных зданиях по-прежнему остались наиболее актуальной.

В соответствии с пунктом 3.4 СП 267.1325800.2016 Здания и комплексы высотные. Правила проектирования (с Изменением N 1) «Высотное здание: Здание, имеющее высоту, определяемую в соответствии с методами, установленными в СП 54.13330.2011 [92], а также приведенными в СП 1.13130.2009, более 75 м - класса функциональной пожарной опасности Ф1.3; более 50 м - других классов функциональной пожарной опасности». [36].

В сравнении с невысокими зданиями высотные обладают совокупностью характерных только для них сложных характеристик:

- высокой концентрацией людей, которые одновременно могут быть подвергнуты риску в случае возникновения пожара;
- увеличенной протяженностью путей вертикальной эвакуации в лестничных клетках (повышенные требования к физическому и психологическому состоянию эвакуирующихся);
- ограниченной возможностью устройства числа путей безопасной эвакуации людей (вероятности возникновения скоплений (давки) людских потоков на лестничных клетках);
- многофункциональностью;

- большим количеством горючих материалов в виде конструкций, отделки, мебели и тому подобное;
- технологической сложностью, насыщенностью и протяженностью систем инженерно-технического обеспечения и инженерных конструкций;
- большим количеством горизонтально и вертикально направленных каналов для коммуникаций, которые могут служить путями распространения пожара;
- вертикальной планировкой объекта и соответствующей физическим законам естественной тягой воздушных потоков вверх, способствующей быстрому развитию пожара;
- большим объемом средств ограничения распространения пожара, средств пожаротушения, спасения людей;
- высотой, превышающей возможности спасательной техники, для спасения людей и подачи огнетушащих средств, находящихся в гарнизонах пожарной охраны;
- невозможностью достоверно спрогнозировать пожарной охраной возможные условия тушения пожара и последствия от развития пожара;
- возможностью частичного или полного разрушения здания при утрате несущих способностей здания;
- и другие.

Авторы Казакова В.А., Терещенко А.Г. и Недвига Е.С. своей статье Пожарная безопасность высотных многофункциональных зданий подтверждают, что «пожары представляют собой особую опасность для высотных зданий и сооружений, 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» [42].

Несмотря на активные внедрения норм в области строительства высотных зданий, каждое высотное здание по-прежнему ввиду своих

конструктивных особенностей является уникальным объектом, требующим разработки СТУ в области обеспечения пожарной безопасности. В своей статье в посвященной теме исследования мною было указано, что «технологии и процессы, происходящие в каждой стадии жизненного цикла высотных зданий (от стадии нормативного регулирования в области строительства, до завершения эксплуатации, включая этап проведения аварийно-спасательных работ при необходимости) имеют множественные неразрешенные критические недостатки в области обеспечения пожарной безопасности, требующие их исследования и разрешения»[39].

Ввиду вышесказанного тема данной магистерской диссертации достаточно актуальна на сегодняшний день.

Объект исследования: Высотные здания, в том числе проектируемое высотное здание общественно-жилого назначения со встроенно-пристроенными помещениями по адресу: г. Москва, Юго-Западный административный округ, ул. Обручева, вл.23.

Предмет исследования: Организация тушения пожаров в высотных зданиях.

Цель исследования: Целью исследования является:

- определение проблемных зон в организации инженерно-технических мероприятий по тушению пожаров в высотных зданиях;
- поиск решений по устранению выявленных проблемных зон;
- определение возможности внедрения предлагаемых мер;
- привлечение внимания специалистов, организаций, проектных и научно-исследовательских институтов, задействованных в области строительства высотных зданий к формированию положений и нормативных требований с учётом полученных данных.
- привлечение внимания к вопросам исследования лиц, участвующих в формировании положений и нормативных требований в области строительства высотных зданий.

Гипотеза исследования состоит в том, что причиной распространения пожаров в высотных зданиях, которые и приводят к большому количеству жертв, или к социальным потрясениям, вероятнее всего, являются непроработанные или утратившие свою эффективность на различных стадиях жизненного цикла зданий мероприятия, направленные на спасение людей и имущества от опасных факторов пожара, ликвидацию пожаров и проведение аварийно-спасательных работ. Следовательно, улучшений в организации тушения пожаров в высотных зданиях можно добиться путем комплексного выявления и разрешения соответствующих проблем на всех стадиях жизненного цикла высотных зданий.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать статистику причин развития пожаров в высотных зданиях;
- проанализировать проблемы и риски в обеспечении пожарной безопасности и организации тушения пожаров в высотных зданиях;
- провести поиск и подбор технических решений по устранению выявленных проблем и рисков;
- проработать возможность внедрения инженерно-технических предлагаемых мероприятий по повышению уровня пожарной безопасности и организации тушения пожаров высотных зданий;
- выполнить опытно-экспериментальную апробацию предлагаемых решений непосредственно на Объекте исследования;
- осуществить анализ и оценку эффективности внедрения предлагаемых решений.

Теоретико-методологическую основу исследования составили: федеральные законы, нормативно-правовые акты, своды правил, государственные стандарты в результате применения которых обеспечивается соблюдение требований о безопасности зданий и

сооружений, и иные руководящие документы, публикации исследования пожарной безопасности в высотных зданиях.

Базовыми для настоящего исследования явились накопления научно-технической информации и инновационной деятельности, позволяющие повысить эффективность организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности и тушения пожара в высотных зданиях.

Во время исследования вопросов магистерской диссертации были использованы труды отечественных и зарубежных авторов, таких как Гвоздев Е.В., Холщевников В. В., Красавин А.В., Карпов В.Л., Reason J., Benbrik A.

Методы исследования: при разработке основных результатов используются методы системного анализа, математической статистики, теории принятия решений, имитационного и функционального моделирования.

Опытно-экспериментальная база исследования составляет:

- проектируемое высотное здание общественно-жилого назначения со встроенно-пристроенными помещениями по адресу: г. Москва, Юго-Западный административный округ, ул. Обручева, вл.23;

- место прохождения практики - АО «МЗСФ» осуществляющее проектирование и строительство Объекта исследования и вероятно, его дальнейшую эксплуатацию.

Научная новизна исследования заключается в:

- впервые применённой методике комплексного анализа причин развития пожаров в высотных зданиях.

- впервые применённой методике комплексного исследования проблем и решений, влияющих на перспективы развития организации тушения пожаров в высотных зданиях;

- новых предложениях по совершенствованию объекта исследования;
- подтверждении собственной гипотезы.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что:

- Исследования могут быть использованы для изучения вопросов обеспечения пожарной безопасности в высотных зданиях и перспектив развития организации тушения пожаров в высотных зданиях.

- Исследования могут быть применены при обучении по техносферной безопасности, анализу проблем и рисков, связанных с обеспечением безопасности от пожаров в высотных зданиях, а также при поиске и анализе новаторских технических решений.

- Исследования могут послужить основой для разработки будущих нормативных актов, регулирующих процессы проектирования, строительства и эксплуатации высотных зданий, способствующих повышению уровня использования современных технологий тушения пожаров в высотных зданиях, что существенно повлияет на их качество.

Практическая значимость исследования определяется их важностью для повышения результатов пожарной профилактики систем пожарной защиты, а также разработке эффективных мер предотвращения и тушения пожаров в высотных зданиях от стадии нормативного регулирования в области строительства высотных зданий, до всех стадий их жизненного цикла включая этап проведения пожароспасательных работ (при необходимости).

При выполнении исследования:

- получены новые знания о предмете исследования;
- открыты новые аспекты, существенно влияющие на перспективы развития организации тушения пожаров в высотных зданиях;
- достигнуты новых социально-экономические результаты технических и экономических показателей в строительстве и эксплуатации;

Результаты исследования внедрены в проектируемом высотном комплексе общественно-жилого назначения со встроенно-пристроенными помещениями по адресу: г. Москва, Юго-Западный административный округ, ул. Обручева, вл.23.

Надежность и оправданность результатов исследования были обеспечены путем

- строгого соблюдения требований законодательства, правил и стандартов, гарантирующих безопасность зданий и сооружений, а также других документов по пожарной безопасности в высотных зданиях;
- промежуточной оценкой пожаров в высотных зданиях за 12 лет, предшествующих исследованию;
- применением методов моделирования и прогнозирования.
- расчетами, выполненными по сертифицированным и апробированным методикам.

Личное участие автора состоит в определении цели работы, постановке и решении задач, выборе объекта и предмета исследования, разработке проектной документации на объект исследования в области пожарной безопасности, а также в поиске, сборе, обработке необходимой информации, которая сформировала базу исследования, в частности:

- анализ причин развития пожаров в высотных зданиях;
- сбор и анализ комплекса проблем и рисков в обеспечении пожарной безопасности и тушении пожаров в высотных зданиях.
- разработка систем и мероприятий, направленных на повышение пожарной безопасности высотных зданий;
- анализ эффективности предложенных систем и мероприятий (организации проведения натурных наблюдений и экспериментов).

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. Результаты работы оформлены в виде ряда запросов в ВНИИПО МЧС России о предоставлении разъяснений организации систем противопожарной защиты зданий по новым нормам, научных статей и тезисов.

Опубликована научная статья по теме: «Причины и последствия пожаров в высотных зданиях. Необходимость введения в единую государственную систему статистического учета» в электронном сборнике

Международном научном журнале "ВЕСТНИК НАУКИ": №6 (75) том 3. г. Тольятти, 2024 г., с.1863 – 1867. – Электрон. версия. печ. публ. – <https://www.vestnik-nauki.com/volume/journal-6-75-3>.

Также результаты исследования освещались на втором всероссийском медиафоруме «Строим будущее России» г. Москва, 9 августа 2024 года.

На защиту выносятся решенные задачи:

- В ходе анализа причин развития пожаров в высотных зданиях выявлена недостаточность собираемых сведений официальным статистическим учетом по пожарам и их последствиям, отражающаяся на динамике развития мероприятий по организации тушения пожаров.

- В результате последовательного проведения анализа, проблем и рисков в организации и сохранении функциональных качеств инженерно-технических мероприятий по организации тушения пожаров, на всех жизненных стадиях высотных зданий, по каждой из них определен и обоснован перечень ошибок и расхождений способных свести на нет применение трудозатратных и дорогостоящих строительных конструкций и инженерных систем, необходимых для обеспечения организации тушения пожаров высотных зданий. В процессе выявлена прямая взаимосвязь между рассматриваемым вопросом и причинами развития пожаров в высотных зданиях.

- На основании выполненного исследования, по каждой из опасных зон проведен поиск и подбор требующих для их разрешения мер по исправлению и усовершенствованию, с объективно достижимыми результатами, что подтвердило гипотезу исследования о перспективах в организации тушения пожаров в высотных зданиях.

- Определена целесообразность внедрения и внедрены искомые инновационные и перспективные инженерно-технические решения, для конкретного высотного здания.

Структура магистерской диссертации.

Диссертация состоит из введения, списка терминов и определений, списка сокращений и обозначений, трех разделов, заключения, списка использованной литературы из 130 источников.

Основная часть исследования изложена на 130 страницах машинописного текста, текст иллюстрирован 7 таблицами, 22 рисунками. В заключении описываются результаты проделанной работы.

Термины и определения

В данной работе применяют следующие термины с определениями:

- «Локализация пожара - действия, направленные на предотвращение возможности дальнейшего распространения горения и создание условий для его ликвидации имеющимися силами и средствами» [58].

- «Критически важный элемент здания - строительная конструкция здания, ее часть или узел, помещение (группа помещений), инженерная система здания или ее часть, вывод из строя которой или воздействие на которую может привести к возникновению чрезвычайных ситуаций» [41].

- «Научно-техническое сопровождение строительства - комплекс мероприятий, включающий научные, методические, контрольные, аналитические работы, выполняющиеся для обеспечения безопасности строительства и эксплуатации высотного здания и выполнения им всех предусмотренных проектом функций» [41].

- «Огнестойкость строительной конструкции - способность строительной конструкции сохранять несущие и (или) ограждающие функции в условиях пожара» [117].

- Патентные исследования - исследования технического уровня объектов хозяйственной деятельности, их патентоспособности, патентной чистоты, конкурентоспособности (эффективности использования по назначению), которые базируются на патентной и прочих видах информации.

- «Пожарный отсек - часть здания или сооружения, выделенная противопожарными стенами и (или) противопожарными перекрытиями 1-го типа» [117].

- «Пожарный риск - мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей» [117].

- Прогрессирующее обрушение - последовательное (цепное) разрушение несущих строительных конструкций, приводящее к обрушению всего здания или его частей вследствие начального локального повреждения.

- «Проектная угроза - предусмотренная проектом совокупность условий и факторов, определяемых в процессе проведения анализа уязвимости высотного здания, способных нарушить его нормальную эксплуатацию и привести к чрезвычайной ситуации» [41].

- «Система противопожарной защиты - комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий воздействия опасных факторов пожара на объект защиты (продукцию)» [117].

- «Степень огнестойкости зданий, сооружений и пожарных отсеков - классификационная характеристика зданий, сооружений и пожарных отсеков, определяемая пределами огнестойкости конструкций, применяемых для строительства указанных зданий, сооружений и отсеков» [117].

- «Сухотруб - не заполненный в дежурном режиме водой вертикальный трубопровод ВПВ с присоединенным к нему на каждом этаже или полуэтаже пожарными запорными клапанами в комплекте с соединительной головкой, одним концом выведенный на фасад здания с соединительной головкой для подключения внешнего источника водоснабжения (мобильной пожарной техники)» [95].

- «Фасадная система - система, состоящая из материалов, изделий, элементов и деталей (включая архитектурно-декоративные элементы), а также совокупности технических и технологических решений, определяющих правила и порядок установки этой системы в проектное положение, предназначенная для отделки, облицовки (в случае использования штучных материалов) и теплоизоляции наружных стен зданий и сооружений различного назначения в процессе их строительства, ремонта и реконструкции» [97].

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяют следующие термины с соответствующими обозначениями и сокращениями:

- АПС - автоматическая пожарная сигнализация;
- АСПТ - автоматическая установка спринклерного пожаротушения;
- АСКУЭ - автоматизированная система контроля и учета энергоресурсов;
- АРМ - автоматизированное рабочее место;
- АПТ - автоматическая установка пожаротушения;
- ВК - внутренние системы водоснабжения и канализации;
- ВПВ - внутренний противопожарный водопровод;
- ВНИИПО - ФГБУ «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России»;
- ВРУ - вводно-распределительное устройство;
- ВТ – вертикальный транспорт;
- ГРЩ - главный распределительный щит;
- ДГУ - дизель - генераторная установка;
- ДЭС - автономные дизельные электростанции;
- ИСУ - информационная система управления;
- МГН - маломобильные группы населения;
- ОС – охранная сигнализация;
- ПДВ - противодымная вентиляция;
- ПНР - пуско-наладочные работы;
- ПТП - план тушения пожара;
- ПОС - проект организации строительства
- ПППМ - передвижные пожарные подъемные механизмы;
- РТ - радиосвязь, радиовещание и телевидение;
- СКУД - система контроля и управления доступом;
- СКС - структурированные кабельные системы;
- СКЗ - система контроля загазованности;

- СМИС - структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений;
- СМИК - система мониторинга инженерных конструкций;
- СОУЭ - система оповещения и управления эвакуацией;
- СОТ - система охранного телевидения;
- СПА - система пожарной автоматики;
- СПЗ - система противопожарной защиты;
- СПЖ - сигнализатор потока жидкости;
- СУКС - система связи и управления в кризисных ситуациях;
- СЭС - система экстренной связи;
- ТОиР - техническое обслуживание и ремонт;
- ТС - тепломеханические решения тепловых сетей;
- ЧС - чрезвычайная ситуация;
- ЭД - эксплуатационные документы;
- ЭОМ - силовое электрооборудование и электрическое освещение;

Глава 1 Анализ пожарной защиты высотных зданий

1.1 Анализ инцидентов и возгораний в высотных зданиях

«Для обеспечения пожарной безопасности и возможности развития организации тушения пожаров в высотных зданиях в первую очередь, для достижения поставленной цели требуется рассмотреть вопрос о сборе и систематизации сведений, полученных при натурных испытаниях пожарной защиты высотных зданий в условиях фактического пожара» [39].

В целях совершенствования единой государственной системы статистического учета пожаров и их последствий и в Российской Федерации ведется учет пожаров и их последствий в соответствии с Федеральным законом от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [58].

Согласно статье 27 Федерального закона от 21.12.1994 N 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [58] установленный порядок учета пожаров и их последствий обязателен для исполнения органами государственной власти, органами местного самоуправления, организациями и гражданами, осуществляющими предпринимательскую деятельность без образования юридического лица.

Учёт ведётся в соответствии с порядком учета пожаров и их последствий, утвержденным приказом МЧС России от 21 ноября 2008 г. N 714 «Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий» (с изменениями на 17 ноября 2020 года) [63],

С целью получения достоверных данных в работе используется достоверная информация, полученная из официального Статистического сборника «Статистика пожаров и их последствий за 2022г», изданный ФГБУ ВНИИПО МЧС России [87], и «Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 12 месяцев 2022 г.» выпущенный Департаментом надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России [3]. Учёт пожаров ведётся с учётом классификации зданий, сооружений и пожарных отсеков по функциональной пожарной опасности.

Согласно статистическим данным, отраженным на рисунке 1, в 2022 г. в России произошло 390 859 пожаров, в которых погибли 8 473 человека, из них 380 детей. Прямой ущерб от пожаров составил 16, 2 миллиарда рублей. В 2022 г. произошло 352 509 пожаров, в которых погибли 7 746 человека из них 306 детей.

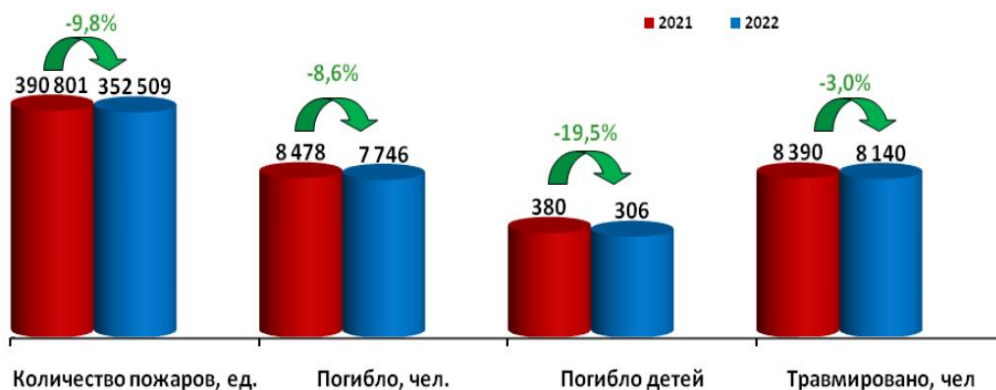


Рисунок 1 - Количество пожаров за 2021-2022 гг

Анализируя статистические данные по России за 2022год, графически отраженных на рисунке 2, максимальному риску подвержены здания жилого назначения (77,3 % от общего числа пожаров), при этом массовая доля пожаров приходится на многоквартирные дома, к которым относятся большинство высотных домов.

Основными причинами пожаров в зданиях жилого назначения явились:

«1. Неосторожное обращение с огнем – 35 041 пожар (АППГ – 37 169, -5,7%), в том числе:

- неосторожность при курении – 13 656 (АППГ – 15 087, -9,5%);
- детская шалость – 1 000 (АППГ – 1 008, -0,8%).

2. Аварийный режим работы электрических сетей и оборудования – 44 573 пожара (АППГ – 45 229, -1,5%).

3. Нарушение правил устройства и эксплуатации печного оборудования – 23 223 (АППГ – 25 986, -10,6%).

4. Поджог – 6 209 (АППГ – 6 364, -2,4%).

5. Иные причины – 3 648 (АППГ – 5 069, -28,0%)» [3].



Рисунок 2 - Разделение пожаров по основным причинам

«Для высотных зданий почти все эти направления актуальны, поскольку все здания многофункциональны - помимо помещений основного назначения (к примеру, жилые, офисные, гостиничные) в них дополнительно размещаются автостоянки, кладовые, магазины, кинотеатры и так далее. Но такой подход не отражает воздействие пожаров с учётом многофункциональной комплексности высотных зданий и особенностей высотных зданий, способствующих быстрому развитию пожара.

Несмотря на это, анализ пожаров по классификации «Высотные здания» в России ведётся лишь по формальным критериям (количество пожаров и количество погибших человек). Указанная информация не позволяет увидеть причины возникновения и развития пожаров в высотных зданиях ввиду чего указанную информацию приходится собирать из средств массовой информации и электронных ресурсов, где сведения не всегда корректны, зачастую не отражают необходимые метаданные для переработки и анализа сведений, не отражают всех проблем и рисков для пожарных подразделений при тушении этих объектов и как следствие, по итогам анализа проводить объективную корректировку нормативных документов. Аналогично со сбором информации по высотным зданиям обстоят дела и с всемирным центром статистики пожаров CTIF [15], который собирает данные о пожарах по всему миру.

В рамках данной работы более всего интересуют резонансные пожары, в которых на практических примерах (при испытаниях в условиях реального пожара) выявлены наиболее слабые (проблемные) направления в организации тушения пожаров в высотных зданиях, которые привели к критическим последствиям.

На основании информации, полученной из открытых интернет источников, удалось выяснить, что за последние 12 лет в мире произошёл 41 резонансный пожар в высотных зданиях» [39]. Рассматривать более поздний период необъективно, поскольку именно этот период во всем мире обозначен обязательным оснащением высотных зданий АУПТ.

Анализ, произошедших пожаров приведенный в таблице 1 показывает, что, не смотря на огромный полученный опыт в строительстве и эксплуатации высотных зданий, внедрение новейших надежных эффективных автоматизированных систем противопожарной защиты, ограничить распространение и потушить ряд пожаров традиционными способами и средствами не получилось, в результате чего происходило почти полное выгорание зданий, гибель людей и пожарных-спасателей.

Таблица 1 - краткие сведения о пожарах в высотных зданиях городов мира

Страна, город, здание	Высота	Дата	Примечания
Китай, Шанхай, Безымянный высотный жилой дом	85 м	15.11. 2010г.	В результате пожара погибли 58 человек и более 70 получили ранения. Пожар начался в 14:15 по местному времени в районе десятого этажа от искр сварочных работ, выполнявшихся в здании нелегальными сварщиками, что привело к воспламенению строительных лесов вокруг здания. Для оказания помощи в спасении были вызваны три вертолета, но им помешал густой дым, образовавшийся от пожара. Верхняя часть здания находилась вне досягаемости пожарной техники; пламя было взято под контроль только после того, как пожарные установили шланги на крыше соседнего здания. [122].
Китай, Шэньян, Башни А и В пятизвездочного отеля (Dynasty Wanxin building complex Towers A and B)	219 м.	03.02. 2011г.	Начался с фейерверка Пламя в считанные минуты охватило два здания гостинично-жилого комплекса. Были эвакуированы 50 постояльцев гостиницы. Пожарным понадобилось около четыре часов на то, чтобы локализовать возгорание. Было трудно справиться с огнем, потому что их пожарные машины поднимали воду всего на 165 футов, в то время как высота здания составляла 720 футов [56].

Продолжение таблицы 1

Страна, город, здание	Высота	Дата	Примечания
Вьетнам, Ханой, Башня штаб-квартиры EVN Headquarters Tower 1	147 м	15.12. 2011г.	Пожар произошел во время строительства, на верхнем 33 этаже. Пострадали 11 рабочих [84].
Россия, Москва, Башня Федерация (Восточная башня)	450 м	02.04. 2012г.	Пожар начался около 20.00 на 67-м этаже строящейся башни. Загорелись утеплитель и брезент. Предположительно, пожар начался, когда пластиковая пленка соприкоснулась с прожектором, освещавшим рабочую зону. Пожар распространился на три этажа. Двадцать пожарно-спасательных подразделений и два пожарных вертолета тушили огонь. Пожарным пришлось подниматься по лестнице, чтобы добраться до очага возгорания, поскольку лифты не работали [21].
Объединенные Арабские Эмираты, Шарджа, Башня Al Tayet Tower	249 м	28.04. 2012г.	здание с легковоспламеняющимся фасадом [111].
Турция, Стамбул, Резиденция Polat Tower	150м.	17.07. 2012г.	Пламя, распространилось от основания башни и охватило одну сторону здания. Огонь, распространился из-за сильного ветра и прожег внешнюю изоляцию здания. Причиной пожара стал неисправный кондиционер. Жертв нет [110].
Объединенные Арабские Эмираты, Дубай, Башня Tamweel Tower	150м	18.11. 2012г.	Огонь появился около 1.30 ч. сначала на крыше жилого дома. Затем горящие обломки начали падать на балконы, которые тоже загорелись. Огонь подхватил ветер, и он перекинулся на внутреннюю часть Tamweel Towers. Многие апартаменты выгорели полностью. При пожаре несколько человек получили легкие ранения [93].
Россия, Москва, Башня Око	354м.	25.01. 2013г.	Пожар произошел на 24-м этаже во время строительства и распространился на 25-й и 26-й этажи. Причиной пожара стала тепловая пушка, из-за нагрева загорелись баннеры, которыми накрыли бетон. Над пожаром работали 20 пожарных расчетов. Для тушения небоскреба установлен 90-метровый подъемник. Спасатели эвакуировали из горящего здания 220 человек. один рабочий был ранен [54].
Мексика, Мехико, Башня Torre Ejecutiva Pemex Tower	214 м	31.01. 2013г.	37 человек погибли и еще 121 получили ранения. Примерно в 15:45 по местному времени в подвале гаража, примыкающего к главному офисному зданию. Взрыв был вызван тем, что скопление газа в подвале было воспламенено искрой, предположительно из-за неисправности электрического оборудования. В результате взрыва частично обрушились первые два этажа четырнадцатизэтажного здания В-2 [13].
Россия, Грозный, Здание комплекса «Грозный-Сити»	150 м	03.04. 2013г.	Пламенем оказалась обьята вся западная сторона небоскреба. В 18:15 поступила информация, что произошел пожар на уровне 4-10 этажей. В ликвидации задействовано 68 единиц техники МЧС, 285 человек личного состава. Катастрофа возникла из-за грубых нарушений при строительстве - загорелся утеплитель. Эксперты сразу же отметили, что в Грозном нет пожарной техники, способной достать до 30-го этажа [89].

Продолжение таблицы 1

Страна, город, здание	Высота	Дата	Примечания
Россия, Грозный, Здание комплекса «Грозный-Сити»	150 м	03.04. 2013г.	Пламенем оказалась объята вся западная сторона небоскреба. В 18:15 поступила информация, что произошел пожар на уровне 4-10 этажей В ликвидации задействовано 68 единиц техники МЧС, 285 человек личного состава катастрофа возникла из-за грубых нарушений при строительстве - загорелся утеплитель/ В результате пожара жертв и пострадавших нет. Эксперты сразу же отметили, что в Грозном нет пожарной техники, способной достать до 30-го этажа [89].
США, Нью-Йорк, башня The Strand	136,5м	05.01. 2014г	1 человек погиб [111].
США, Нью-Йорк, Башня One57	410 м	15.03. 2014 г.	Огонь вспыхнул на погрузочной площадке, затем перекинулся на внутренний двор и соседнее имущество. 50 пожарным потребовалось более часа, чтобы потушить пожар [112].
Индия, Мумбаи, Здание Lotus Park	55м.	18.07. 2014г.	1 пожарный погиб и 20 ранены после того, как оказались в ловушке внутри при попытке потушить крупный пожар, вспыхнувший на 21 этаже. Для эвакуации пожарных из здания пришлось задействовать вертолеты ВМС и береговой охраны. Противопожарная система в здании не работала, поскольку владельцы здания плохо обслуживали ее [10].
Австралия, Мельбурн, здание Lacrosse Apartments	Нет информаци и	25.11. 2014 г.	Пожар начался на балконе 8-го этажа из-за сигареты, оставленной догорать в пластиковом контейнере для еды, огонь которой затронул алюминиевую композитную облицовку внешней части здания и быстро распространился по всей легковоспламеняющейся облицовке фасада [14].
Объединенные Арабские Эмираты, Дубай, Факел на пристани (The Marina Torch)	336,8 м	21.02. 2015 г.	7 человек получили ранения. Огонь появился на 50-этаже, а затем из-за сильного ветра быстро распространился вверх по стене на 330 метров. Пламя было такой силы, что обрушивало на подъехавших пожарным куски здания и расплавленное стекло. Было эвакуировано более тысячи человек. Предположительно, что пожар начался из-за непотушенной сигареты [18].
Индонезия, Джакарта, Wisma Kosgoro	104 м	10.05. 2015 г.	Огонь уничтожил 16-20 этажи. Обошлось без жертв, поскольку все жители здания были вовремя эвакуированы [86].
Азербайджан, Баку, Жилое здание Highrise	53 м.	19.05. 2015 г.	Погибли 15 человек, из которых пятеро были детьми, 63 человека получили ранения. Большинство погибших погибли от ядовитого дыма. Пожар тушили около 40 пожарных расчетов и два вертолета около четырех часов. Быстро потушить здание не удалось из-за большого размера дома, и того, что техника МЧС не могла вплотную подъехать к зданию. Причиной пожара указан некачественный легковоспламеняющийся фасадный материал, использованный при ремонте [85].
США, Лас-Вегас, здание Cosmopolitan of Las Vegas	184 м	25.07. 2015 г.	Пожар произошел на террасе бассейна, подпитываемой беседками и искусственными деревьями; два человека получили медицинскую помощь от вдыхания дыма [8].

Продолжение таблицы 1

Страна, город, здание	Высота	Дата	Примечания
Объединенные Арабские Эмираты, Шарджа, Безымянная жилая башня	Нет информации	01.10. 2015 г.	В результате пожара сгорел фасад здания, 19 человек пострадали от вдыхания дыма [17].
США, здание John Hancock Center	457 м	21.11. 2015 г.	На 50-м этаже вспыхнул пожар по двум сигналам тревоги. Пятеро пострадали [11].
Объединенные Арабские Эмираты, Дубай, Downtown Dubai	Нет информации	31.12. 2015 г.	Погиб 1 человек, и ещё у одного случился сердечный приступ при эвакуации. 14 человек получили лёгкие ранения [9].
Объединенные Арабские Эмираты, Дубай, Башня Sulafa Tower	288 м.	20.07. 2016	Пожар начался из-за непотушенной сигареты на 61 этаже и затронул 8 этажей. Тушение, в котором были задействованы пожарные расчеты из четырех районов Дубая, заняло более двух часов. Жертв и раненых нет [80].
Иран, Тегеран, Plasco Building	52 м.	19.01. 2017	Здание рухнуло после того, как на девятом этаже начался пожар. Для борьбы с огнем прибыли десять пожарных расчетов. Объединенные бригады пытались остановить пожар в течение нескольких часов. В момент обрушения северной стены в здании находилось несколько пожарных. Несколько человек боролись с огнем с помощью приподнятых воздушных платформ, которые опрокинулись во время обрушения здания. Погибли 21 пожарных. 70 человек пострадали в результате обрушения, 23 из них с тяжелыми травмами доставлены в местные больницы. В апреле 2017 года правительство опубликовало отчет об обрушении здания, в котором говорилось, что собственник проигнорировал предупреждения властей, а правительственные министерства не смогли обеспечить соблюдение 22 национальных строительных норм [75].
Великобритания, Лондон, Башня Grenfell Tower	79,2 м	14.06. 2017	В 00:54 по восточному времени в 24-этажном многоквартирном здании вспыхнул пожар, который продолжался 60 часов. Семьдесят два человека погибли, двое позже в больнице, более 70 получили ранения. Пожар начался из-за электрической неисправности в холодильнике на четвертом этаже. Он быстро распространился по внешней части здания, в результате чего пламя и дым распространились на все жилые этажи, чему способствовали опасно воспламеняющаяся облицовка из алюминиевого композита и внешняя изоляция с воздушным зазором между ними, обеспечивающим эффект стека. Были задействованы более 250 лондонских пожарных пожарных и 70 пожарных машин со станций по всему Лондону. Пожарная служба слишком поздно посоветовала жильцам эвакуироваться. В 2013 году группа опубликовала оценку пожарного риска 2012 года, проведенную сотрудником КСТМО по охране труда, в которой были зафиксированы проблемы безопасности. Противопожарное оборудование на башне не проверялось в течение четырех лет; у огнетушителей на месте истек срок годности, а на некоторых из них было написано "запрещено", потому что они были такими старыми.

Продолжение таблицы 1

Страна, город, здание	Высота	Дата	Примечания
Великобритания, Лондон, Башня Grenfell Tower	79,2 м	14.06. 2017	В январе 2016 года GAG предупредил, что люди могут оказаться в ловушке в здании, если вспыхнет пожар, указав, что в здании был только один вход и выход. В июне 2016 года независимый эксперт выявил 40 серьезных проблем с пожарной безопасностью в Гренфелл-Тауэр и рекомендовал принять меры в течение нескольких недель. В октябре эксперт спросил КСТМО, почему не было предпринято никаких действий по более чем 20 вопросам в июньском отчете. Выявленные проблемные зоны включали противопожарные двери, систему дымоудаления и органы управления лифтом пожарных. Всем жителям башни, позвонившим в пожарную службу, было сказано оставаться в своей квартире, если она не пострадала, что является стандартной политикой при пожарах в высотных зданиях, поскольку каждая квартира должна быть противопожарной от соседей. Из-за того, что противопожарные двери не закрывались и не герметизировались должным образом, дым начал распространяться из пострадавших квартир [76].
Иран, Тегеран, Здание Ramchal Chitgar Building	66 м	14.06. 2017	Жилая 20-этажная башня - четверо пострадавших [12].
США, Гонолулу, Апартаменты Marco Polo	118,8 м	14.07. 2017	Пожар начался на 26-м этаже 36-этажного жилого дома. Огонь быстро распространился еще на три этажа. Погибли 3 человека. Для ликвидации пожара, вызванного 7 сигналами тревоги, потребовалось более 120 пожарных и 15 пожарных машин. Расследование, проведенное HFD, не смогло окончательно установить причину пожара. Здание было построено в 1971 году, за четыре года до того, как спринклерное пожаротушение стало обязательными для нового строительства в Гонолулу [79].
Объединенные Арабские Эмираты, Дубай, Факел на пристани (The Marina Torch)	336,8 м	04.08. 2017	Возгорание началось на 9-м этаже здания, после чего огонь начал стремительно распространяться на верхние этажи. В результате пожара в здании началось сильное задымление. Жильцы были достаточно быстро эвакуированы из горящего небоскреба. На место прибыли бригады спасателей из четырех пожарных частей. [55].
США, Нью-Йорк, Башня Trump Tower	202 м	07.04. 2018	6 пожарных получили ранения. Погиб 1 человек. Пожар возник на 50-м этаже. Выгорела 1 квартира. Причина пожара не названа [83].
Объединенные Арабские Эмираты, Дубай, Башня Almas Tower	360 м	22.04. 2018	Эвакуировано более 100 человек. Спасатели прибыли на место происшествия через несколько минут. [111].
Азербайджан, Баку, Trump International Hotel and Tower	108,9 м	28.04. 2018	Произошло два отдельных пожара в один и тот же день. Пожар охватил с 13-го по 20-й этажи 130-метрового здания. Пожарные ликвидировали возгорание, сообщено об одном пострадавшем, который отравился дымом. Пожар начался на 18 этаже здания. В ликвидации участвовали около ста спасателей и 25 единиц техники. Пожар длился более трех часов из-за нехватки воды. Кроме того, пробки на улицах препятствовали движению тяжелой пожарной техники. Причины возгорания не оглашены [6].

Продолжение таблицы 1

Страна, город, здание	Высота	Дата	Примечания
Бразилия, São Paulo, Здание Wilton Paes de Almeida	79,2 м	30.04. 2018	Здание рухнуло вскоре после пожара. Погибли 9 человек. Пожар начался на пятом этаже здания примерно в 4:20 по Гринвичу и прекратился примерно через 90 минут. Причиной пожара стало короткое замыкание в шнуре питания, подключенном к микроволновой печи, телевизору и холодильнику [34].
Южная Африка, Йоханнесбург. Здание Банка Лиссабона	108 м	06.09. 2018	Погибли 3 пожарных. Здание банка Лиссабона в Йоханнесбурге было повреждено пожаром настолько сильно, что после оценки конструкции принято решение не восстанавливать сооружение, а полностью его снести [30].
Бангладеш, Дакка, FR Tower	53м	28.03. 2019	Погибли 25 человек, более 73 человек получили ранения и были доставлены в лечебные учреждения с ожогами и повреждениями легких. Пожар вспыхнул на восьмом этаже 22-этажного здания и быстро распространился на другие этажи. Огонь удалось взять под контроль примерно через четыре часа. Министр по ликвидации последствий стихийных бедствий Энамур Рахман заявил, что трагедия возникла из-за отсутствия в здании системы пожаротушения [123].
США, Нью-Йорк, Аха Equitable Center	229,3 м	10.06. 2019	Вертолет врезался в офисное здание из-за плохих метеорологических условий, что вызвало пожар на крыше. Пострадавший в аварии вертолет был уничтожен. Единственным пассажиром был пилот Тим Маккормак, который погиб в результате крушения. Люди из здания эвакуированы. Пожар на вершине высотки был быстро потушен [48].
Южная Корея, Многоквартирный жилой дом в стиле модерн в Ulsan Samhwan Art Nouveau	108,9 м	08.10. 2020	Пожар охватил весь 33-этажный жилой дом через час после возгорания. Начался поздно вечером 8 октября и продолжался до утра. В тушении огня участвовало более 400 пожарных. Их борьбе с огнём мешал сильный ветер. Очаг возгорания произошел на 12-м этаже. Одной из главных причин быстрого распространения огня стали алюминиевые композитные панели, которыми облицовано здание. Такие панели состоят из тонких алюминиевых листов, между которыми находится полимерный материал, но в данном случае был использован некачественный материал. Несколько сотен жильцов было эвакуировано, 88 из них надышались ядовитого дыма и были отправлены в больницу. 92 жителя и 1 пожарный получили ранения [5].
Гонконг, Всемирный торговый центр	Нет информаци и	15.12. 2021	Пожар начался в обеденный перерыв, когда в торговом центре оставались в основном посетители магазинов и ресторанов. Спасатели эвакуировали из горящего здания 1200 человек. более 300 человек оказались в ловушке на крыше. С отравлением дымом и другими травмами госпитализированы 14 человек. Причина пожара не установлена [82].
США, Нью-Йорк, Парки-близнецы на Северо-западе, North West, Site 4	Нет информаци и	09.01. 2022г.	Пожар в квартире в Бронксе. Погибли 17 человек. 44 человека получили ранения, и 32 человека с травмами, опасными для жизни, были отправлены в больницы. Причиной пожара стал неисправный обогреватель, который загорелся. Дым распространился по зданию через неисправные самозакрывающиеся дверей, что привело к гибели людей по всему зданию. Пожар был локализован в одной квартире, при

Продолжение таблицы 1

Страна, город, здание	Высота	Дата	Примечания
США, Нью-Йорк, Парки-близнецы на Северо-западе, North West, Site 4	Нет информации	09.01. 2022г.	этом все погибшие при пожаре скончались от вдыхания дыма. Тяжелые ранения, люди получили от сильных ожогов. Система пожарной сигнализации здания сработала немедленно. Хотя первые звонки в 9-1-1 поступили от соседей, которые услышали сигнал тревоги, некоторые жители утверждали, что ложные тревоги были обычным явлением, и многие изначально полагали, что пожара нет и необходимости в эвакуации. По словам владельцев недвижимости, обслуживающий персонал проверил механизмы самозакрывания соответствующего устройства в июле 2021 года и обнаружил, что они в рабочем состоянии. После пожара следователи обнаружили, что она не работает, как и несколько других дверей по всему зданию [78].
Китай, Чанша, Хунань, здание «Lotus Garden China Telecom Building»	218 м	16.09. 2022 г.	Здание было полностью охвачено пожаром за 20 минут. По предварительным данным, внутри небоскреба располагались ЦОД оператора China Telecom и хранилище топлива для аварийных дизель-генераторов суммарным объемом 35 тонн. Согласно предварительному расследованию, пожар начался на внешней стене здания на одном из нижних этажей и быстро распространился вверх. Прибыли 36 пожарных машин и 280 пожарных с 17 станций. [90].
Объединенные Арабские Эмираты, Дубай, здание «8 Boulevard Walk».	123 м	07.11. 2022 г.	Серьезный ущерб был нанесен двум квартирам на средних этажах. Обгоревшая облицовка фасада упала на землю. Пламя распространилось по всему жилому комплексу из-за некачественных облицовочных материалов. [77].
Китай, Урумчи, здание «Сообщество Цзисяньюань» (Jixiangyuan community)	~60 м	26.11. 2022г.	Пожар произошел в жилом многоквартирном доме около 19:49 вечера на 15 этаже 21- жилого дома из-за возгорания электрической розетки на шнуре питания. От искр быстро воспламенились обои, постельное белье и мебель. Усилия по тушению, предпринятые на начальной стадии пожара не получили положительного результата и вышел из-под контроля. Несгораемая дверь на 14-м этаже была оставлена открытой, что позволило огню распространиться. Пожарным машинам мешали автомобили, припаркованные в общине Цзисяньюань, и столбики. Пожарные машины не могли приблизиться к зданию, а вода из пожарных машин едва доходила до здания. Погибли 10 человек, 9 получили ранения [81].
Гонконг, здание «Кимптон» (The Kimpton).	175 м	02.03. 2023г.	Пожар произошел во время строительства. Огонь впервые заметили на уровне строительных лесов на крыше 42-этажного здания. Спустя час он распространился вниз вплоть до первых этажей здания. Помимо пожарных бригад к тушению привлечены два самолета. При падении элементов конструкций пострадали двое автомобилистов, проезжавших мимо здания [7].
Китай, Нанкин, жилой дом в районе Юхуатай	120	23.02. 2024 г.	В результате пожара погибли 15 человек, еще 44 были госпитализированы, Пожар начался на первом этаже, где хранились электровелосипеды, которые загорелись [106].

Рассмотрев информацию о пожарах в высотных зданиях, можно сделать ряд заключений, а также выявить прямые проблемы и риски для обеспечения их безопасности:

- Активный рост строительства высотных зданий в настоящее время не привёл к увеличению резонансных пожаров (рисунок 3).

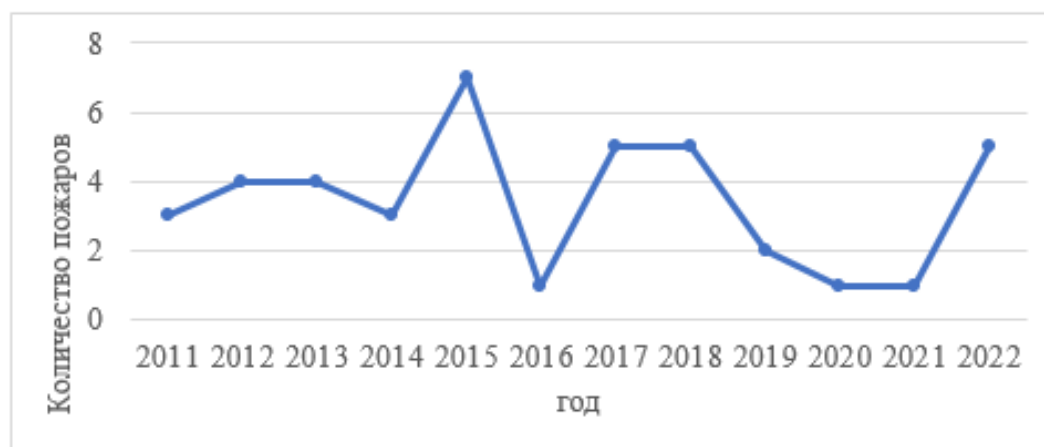


Рисунок 3 - Статистика с 2011 по 2022г

- Значительная часть пожаров происходила с значительным распространением пожара по зданию (рисунок 4).



Рисунок 4 - Диаграмма развития пожаров в высотных зданиях

- Значительная часть причин распространения пожаров связана с нарушениями в области строительства и из-за нарушений при эксплуатации СПЗ (рисунок 5).

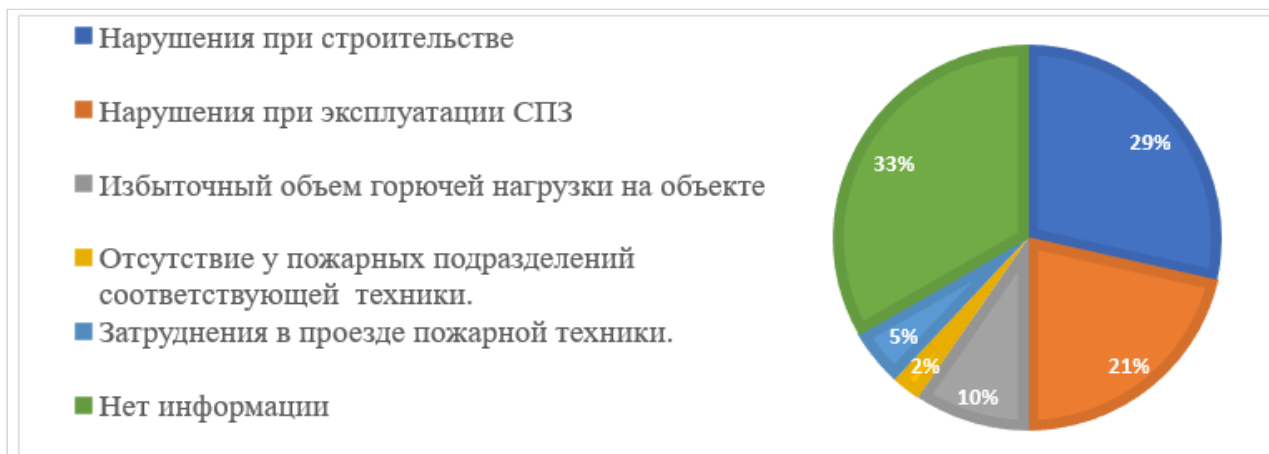


Рисунок 5 - Статистика причин, способствовавших распространению пожара в высотных зданиях.

В одном событии зачастую присутствует несколько причин, способствовавших распространению пожара.

- В составе нарушений в области строительства преобладающей причиной, способствующей распространению пожара, послужило несоответствие облицовочных материалов (рисунок 6).

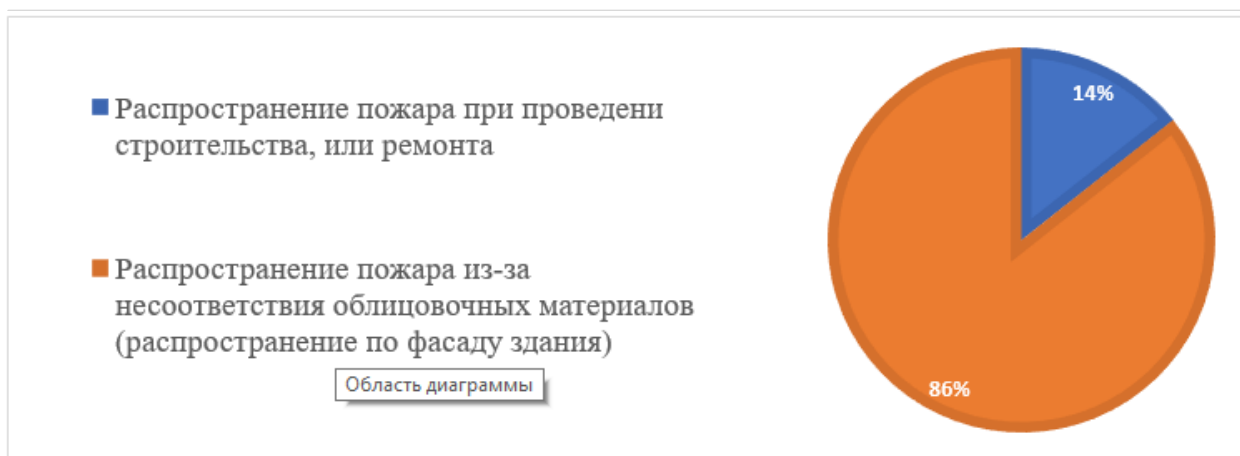


Рисунок 6 – диаграмма причин распространению пожара связанных с областью строительства

- В нарушениях при эксплуатации СПЗ способствующие распространению пожара преобладающей причиной явилось неработоспособность СПЗ из-за некачественного ТОиР (рисунок 7).



Рисунок 7 – диаграмма причин распространению пожара связанных с нарушениями при ТОиР СПЗ ли отсутствием пожаротушения.

- В большинстве случаев, где получили отравления и гибель большие массы людей и пожарных отсутствует важная информация о типе лестничных клеток, поскольку к примеру при горении фасада здания, незадымляемые лестничные клетки Н1 зачастую окажутся недопустимыми для эвакуации и проведения пожароспасательных работ, при том как лестничные клетки Н2, Н3 и периодически включаемые по СТУ типа Н2+Н3 при работающих подпорах воздуха смогли бы обеспечить безопасную зону и для эвакуирующихся и для работы пожарных подразделений.

«Исходя из полученных результатов, становится очевидным, что без внедрения систематизации сведений, полученных при натурных испытаниях пожарной защиты высотных зданий в условиях фактического пожара, общепринятый математически-расчетный подход к вопросу нормативного регулирования пожарной безопасности потребует длительного пути развития» [39].

1.2 Анализ результатов пожарной профилактики систем пожарной защиты высотных зданий. Перечень выявленных проблем, рисков для обеспечения пожарной безопасности высотных зданий

Рассмотрев в предыдущей главе анализ пожаров и причин распространения пожаров в высотных зданиях, для решения задачи обеспечения организации тушения пожаров в высотных зданиях необходимо выявить и систематизировать проблемы и риски в принимаемых для высотных зданий. Для этого рассмотрим их на всех стадиях жизненного цикла высотных зданий, в частности:

1.2.1 Проблемы и риски на стадии технического регулирования в области обеспечения инженерно-технических мероприятий необходимых для организации тушения пожаров

На территории России в последнее время разработаны и утверждены целый ряд сводов правил в области высотного строительства с учетом многолетнего опыта разработки СТУ для проектирования и строительства высотных зданий. При этом новые своды правил уже претерпевают внесение изменения, направленные на улучшение и уточнения проблемных и недостающих указаний, что свидетельствует об их жизненности.

Впервые введен 03.01.2017 СП 253.1325800.2016 «Инженерные системы высотных зданий», который устанавливает требования на «проектирование инженерных систем вновь строящихся и реконструируемых общественных зданий высотой более 50 м и жилых зданий высотой более 75 м, включая multifunctional здания и здания одного функционального назначения» [41].

С 20 января 2022 года введено в действие Изменением N 1.

Впервые введен 30.01.2017 Свод правил СП 267.1325800.2016 «Здания и комплексы высотные. Правила проектирования», который устанавливает

требования на «проектирование и строительство новых высотных зданий и комплексов и устанавливает требования к их проектированию» [83].

С 1 июля 2021 года введено в действие Изменением N 1.

Впервые введен 14 марта 2019 года Свод правил СП 394.1325800.2018 «Здания и комплексы высотные. Правила эксплуатации», который «устанавливает эксплуатационные требования к высотным зданиям и комплексам в условиях нормальной эксплуатации» [37].

С 21 декабря 2022 года введено в действие Изменением N 1.

Впервые введен 19 марта 2019 года Свод правил СП 401.1325800.2018 «Здания и комплексы высотные. Правила градостроительного проектирования», который «устанавливает требования к планировке и застройке территорий высотных зданий и комплексов» [35].

Впервые введен 29 июня 2021 года Свод правил СП 477.1325800.2020 «Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности», который устанавливает «требования при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации зданий и комплексов класса функциональной пожарной опасности Ф1.3 высотой более 75 м и зданий и комплексов других классов функциональной пожарной опасности высотой более 50 м» [38].

Введение новых норм значительно упростило условия качественного проектирования высотных зданий, и снижение числа оснований для разработки и согласования СТУ, однако нормативно-технические документы до сих пор имеют множественные критические пробелы и не отвечают современным требованиям, необходимым для проектирования высотных зданий, в том числе и в области пожарной безопасности, что практически не позволяет обходиться без разработки СТУ для каждого объекта.

Кроме того, критическими моментами в техническом регулировании являются имеющиеся в строительных нормах ошибки способные свести на нет применение трудозатратных и дорогостоящих строительных конструкций и инженерных систем, необходимых для обеспечения организации тушения пожаров высотных зданий.

К примеру: насосные установки пожаротушения, ввиду значительной вертикальной протяженности требуют самых передовых показателей по высоте подъема воды и испытывают самые большие нагрузки в сравнении с невысокими зданиями.

Нормативные пункты 5.10.31 СП 5.13130.2009 [102] и пункт 6.7.1.22 СП 486.1311500.2020 [99] требуют установки на всасывающих трубопроводах в местах изменения диаметров трубопроводов несоосных переходов (рисунок 8).

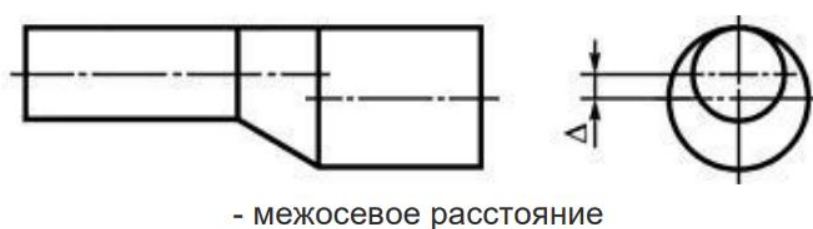


Рисунок 8 - Устройство несоосного перехода труб (схема, приведенная на рис. 6.1 СП 485.1311500.2020)

Указанные нормативы не обеспечивают применение основных мер для защиты насосов от кавитационного разрушения. Последствия кавитации отражены на рисунке 7.



Рисунок 9 - Повреждение лопастей и основания турбины насоса гидроударами и кавитацией.

Первая проблема - нормотворцами не обозначено для чего применяются указанные ими несоосные переходы, а именно, что техническое решение предназначено для предотвращения образования воздушных мешков, приводящих к образованию физического явления – кавитация (от латинского слова *Cavitas* - пустота) — физический процесс образования пузырьков (пустот) в жидких средах, с последующим их схлопыванием и высвобождением большого количества энергии, которое сопровождается шумом и гидравлическими ударами. Кавитация особенно критична для насосов в высотных зданиях ввиду высоких гидравлических показателей насосных установок.

Во-вторых, нормотворцами не учтен многолетний опыт смягчения указанного явления в отечественной и зарубежной практике, в частности:

- В отечественных трудах, посвященных насосным установкам [43, 115] размеры для стальных штампованных переходов, в составе которых работают центробежные насосы должны быть рассчитаны по методике, указанной на рисунке 10.

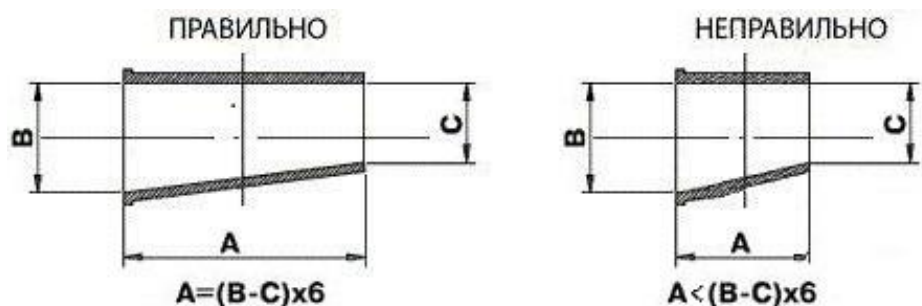


Рисунок 10 – Подбор размера для переходов труб

- В американском национальном стандарте ANSI / HI 9,8 [128] также рекомендует размеры для стальных штампованных переходов, производимых по стандарту ANSI / AWWA C208, определять по следующей формуле:

$$L_r = 4(D_L - D_s) \quad (1)$$

где L_r - длина редуктора, см;

DL - наибольший диаметр трубы, см;

DS - меньший диаметр трубы, см.

Как видим из отечественных норм по проектированию насосных установок и из схемы рисунок 6.1 СП 485.1311500.2020 [103] данные мероприятия пока не проработаны должным образом и не даны ссылочные данные на нормы исключающие ошибочное проектирование.

В третьих, нормотворцами не учтено, что переходы диаметров трубопроводов почти в 100% насосных установок устанавливаются непосредственно перед насосом для обеспечения минимизации увеличения скорости движения воды (необходимого условия для уменьшения эффекта кавитации), а помещения насосных установок в высотных зданиях состоят из нескольких насосных станций и находятся на подземных этажах, и их компоновка, должна обеспечивать проходы для эвакуации и возможности обслуживания (нормы жестко регламентируют расстояния между насосами, узлами управления, трубопроводами, расстояния от выступающих частей оборудования до стен, ширину проходов и тому подобное) из-за чего обычно всасывающие трубопроводы выполнены опусками, а монтаж по приведенной в СП 485.1311500.2020 [103] схеме в указанном случае только усилит эффект кавитации.

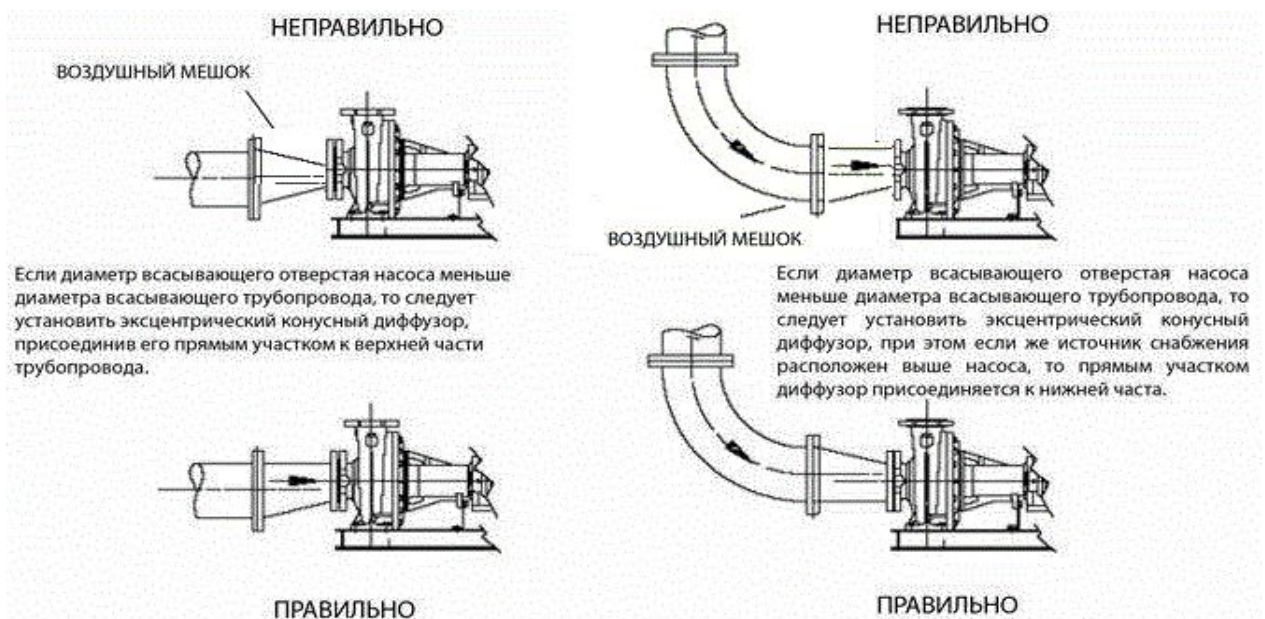


Рисунок 11 – Варианты устройства несоосного перехода труб насосов

Эта ошибка приведет к быстрому повреждению лопастей и основания турбин коррозией после нескольких запусков насосной установки, снижению производительности (напора) и КПД.

Как видим из в отечественных нормах принятие нового СП 485.1311500.2020 [103] по проектированию насосных установок АПТ необоснованно усложнило проектирование из-за непродуманной детализации тех. решений исключаящий правильный вариант установки несоосных переходов при расположении источника снабжения выше насоса, что особо негативно для заглубленных насосных установок в высотных зданиях.

Во ВНИИПО за разъяснениями направлено письмо, но ответ до сих пор не получен.

Это лишь один пример. Кроме этого нормативно-техническая база в настоящее время имеет множественные неурегулированные недоработки, несостыковки, спорные определения и ошибки, которые влияют на качество проектов и способны свести на нет применение трудозатратных и дорогостоящих строительных конструкций и инженерных систем,

необходимых для обеспечения организации тушения пожаров высотных зданий.

К сожалению, есть ещё одна крайность, авторы Красавин А.В. и Карпов В.Л. в научной статье посвящённой проблематике формирования нормативной базы высотного строительства указывают, «Как показывает опыт, наполнение нормативных документов конкретными числовыми требованиями, как правило, усложняет внедрение прогрессивных конструктивных решений и современных материалов. Отсутствие вариативности принятия возможных решений ограничивает проектировщиков и не позволяет им в полной мере использовать инновационные технологии, а также внедрять современные инженерные системы» [47].

По итогам рассмотрения указанного вопроса, авторы А.В. Красавин, В.Л. Карпов поясняют, что «очевидно, что определения и положения, связанные с раскрытием специфики высотного строительства, на сегодняшнее время представлены в ограниченном объеме, что не позволяет в полной мере сформировать комплекс требований и положений, необходимых для проектирования СПЗ высотных зданий.

Что предложенные в новых нормативных документах в области высотного строительства требования, по мнению профессионального сообщества, нуждаются в доработке и совершенствовании, в частности о том, что для реального приведения в жизнь норм в области обеспечения безопасности высотных зданий необходимо предусмотреть процедуру наполнения (корректировку) свода правил «Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности» положениями и требованиями с учетом внедрения инновационных технологий и решений, а также технических характеристик и параметров современных инженерных систем, появляющихся на строительном рынке. Целесообразно также предусмотреть создание в развитие (дополнение) указанного свода правил постоянно обновляющегося приложения (реестра), систематизирующего согласованные

в рамках, вновь утверждаемых СТУ проектные решения с соответствующими компенсирующими мероприятиями» [47].

1.2.2 Проблемы и риски на стадии проектирования в области обеспечения инженерно-технических мероприятий необходимых для организации тушения пожаров.

Обеспечение организации тушения пожаров в высотных зданиях является одной из ведущих проблем проектирования. Именно от стадии проектирования зависит безопасное и беспроблемное строительство высотных зданий, дальнейшая их безопасная эксплуатация, а также эффективность проведения пожарно-спасательных работ при необходимости.

Из основных проблем и рисков в проектировании высотных зданий можно выделить:

- Отсутствие (недостаточность), ошибки и сложность в нормах для проектирования о которых было отражено в вышеописанной теме.

- Проблемы проектирования для высотных зданий.

Ошибки в проектировании – это главная проблема для высотных зданий.

На этапе подготовки документации критическую роль в исключении ошибок должны играть главные инженеры проектов. Однако часто бывает, что у них не хватает необходимой квалификации или же не проявляется должного усердия при выполнении своих обязанностей. Хотя надзорные органы могут выявить большую часть ошибок на этапе экспертизы, ошибки в рабочей документации могут нивелировать технические решения проектной части.

На данный момент контроль основан преимущественно на опыте и интуиции руководителя проекта, а также технического надзора.

Особое положение занимают ошибки на предпроектных подготовительных работах.

Предпроектные работы – это сбор исходных данных и эскизное проектирование, в результате которых определяются возможность

возведения планируемого объекта, основные параметры и характеристики будущего объекта, сбор всех исходных данных, получение необходимых документов и разрешений.

В предпроектных подготовительных работах участвует и заказчик строительства, и проектная организация.

Ошибки на стадии предпроектных подготовительных работ зачастую приводят в лучшем случае к трудозатратным работам по перепроектированию объектов, а в случае не выявления и реализации ошибок к трудностям в эксплуатации, опасности зданий для людей, а также трудностям при необходимости тушения пожаров, к примеру: на прединвестиционной стадии проекта при некачественном приведении технико-экономического обоснования строительства ошибки в предпочтениях конечных потребителей создают большую вероятность затруднения обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации высотных зданий:

- неправильное определение количества парковочных мест для легковых автомобилей, как для жителей, так и для сотрудников офиса и их клиентов, может привести к затруднениям доступа для пожарных, что отразится на скорости и эффективности тушения пожаров и организации поисково-спасательных операций.

- ошибочный расчет в планировочных решениях площади для бизнес-целей (офисные помещения, гостиницы, магазины, и др.) вероятнее всего потребует перепланировки объекта защиты, что может привести к нарушению пределов огнестойкости строительных конструкций.

- без учета необходимости обеспечения жильцов кладовыми, увеличивается горючая нагрузка и захламление этажей дома, к примеру велосипеды, санки, детские коляски, которые некуда сезонно убрать скорее всего будут храниться в коридорах, или на балконах, затрудняя эвакуацию, доступ к пожарным кранам и так далее.

Тщательная подготовка на стадии предпроектных подготовительных работ исключит разработку заведомо не реализуемого проекта и лишние затраты при проектировании и строительстве, что поможет обеспечить реальную безопасность высотных зданий и именно поэтому важно учитывать множество нюансов и типовых ошибок.

Очень частой ошибкой является разделение задач между различными проектировщиками, когда компания создает проект целиком, а его части отдельно выполняют различные подразделения фирмы или наемные субподрядчики. Одни занимаются архитектурными аспектами, другие - электроснабжением, третьи - слаботочными системами, четвертые - вентиляцией и так далее. Команды зачастую не учитывают все необходимые технические решения смежных разделов, к примеру закладные в строительных конструкциях, а также факт того, что в здании требуется монтаж не только их коммуникаций и оборудования. При этом, по нормам безопасности многие системы должны находиться на определенном расстоянии друг от друга в результате чего высотное здание окажется невыполнимым при строительстве, или небезопасным для дальнейшего пребывания людей во время эксплуатации здания, будет вызывать постоянные сложности у жителей, людей, работающих в здании и службы эксплуатации, а также не обеспечит функционирование инженерно-технических мероприятий необходимых для организации тушения пожаров.

К примеру: новые высотные здания оборудуются не одним десятком инженерных систем и подсистем (АПС, СОУЭ, СЭС, АПТ, ВПВ, ПДВ, ЭОМ, РТ, СКС, ВК, ТС, ВТ, СОТ, СКУД, СКЗ, СМИС, СМИК, СУКС, ОС, МУ, ГОиЧС, АСКУЭ, и тому подобное),

Нормативами в области пожарной безопасности регламентированы (ограничены) условия их совместной и транзитной прокладки в пределах пожарных отсеков, а также за их пределами.

К примеру, согласно указаниям свода правил СП 6.13130.2013 «при прокладке кабельных трасс, совместная прокладка кабелей и проводов СПЗ с

кабелями и проводами иного назначения, а также кабелей питания СПЗ и кабелей линий связи СПЗ в одном коробе, трубе, жгуте, замкнутом канале строительной конструкции не допускается» [105].

Прокладка силовых и слаботочных должна быть отдельной.

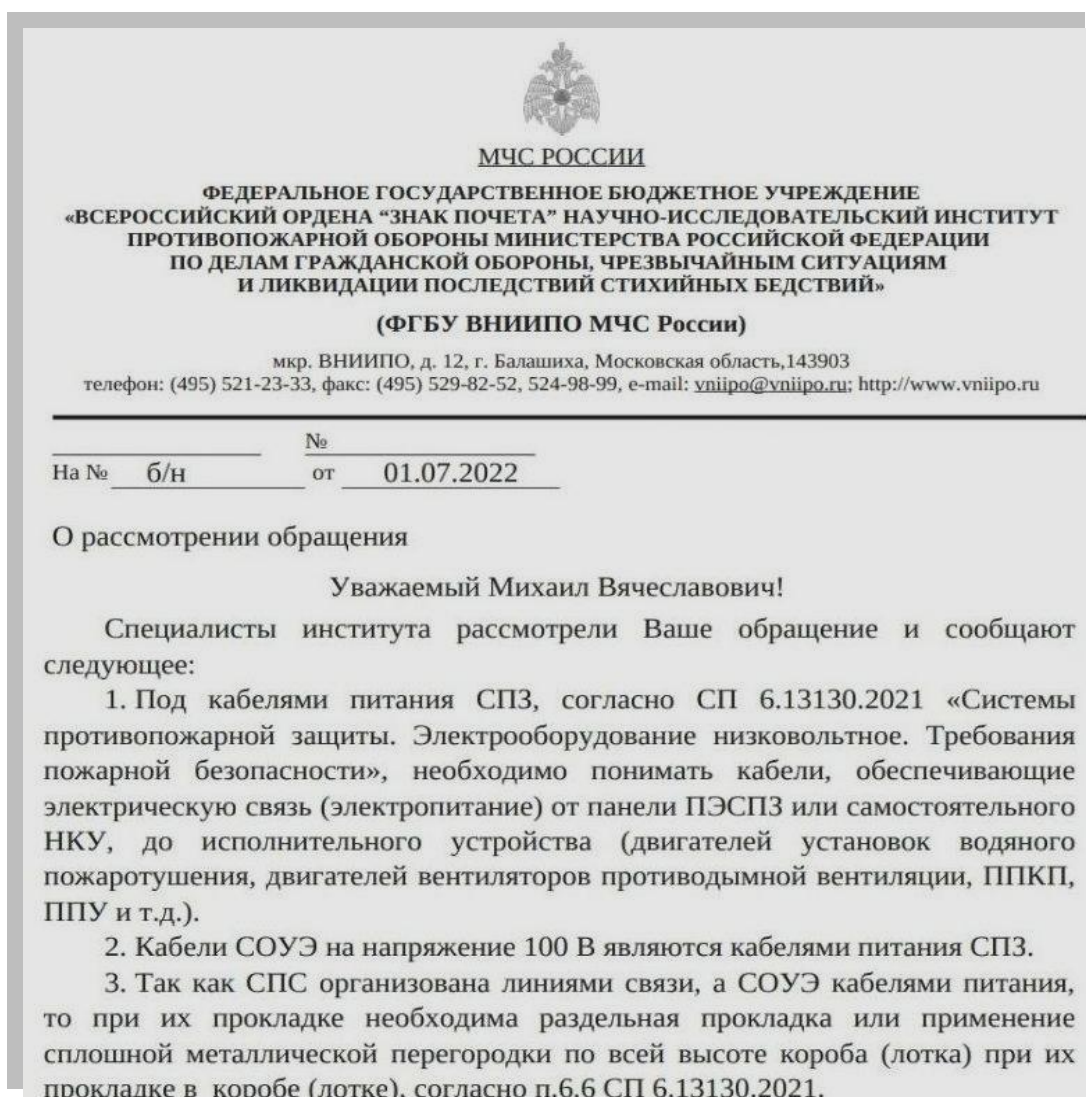
В СПЗ есть также силовые и слаботочные кабели. «При параллельной открытой прокладке расстояние от проводов и кабелей систем пожарной автоматики с напряжением до 60В до силовых и осветительных кабелей должно быть не менее 0,5м. Не допускается совместная прокладка шлейфов пожарной сигнализации и соединительных линий систем пожарной автоматики с напряжением до 60В с линиями напряжением 110В и более в одном коробе, трубе, жгуте, замкнутом канале строительной конструкции или на одном лотке» [102]. Основную и резервную кабельные линии систем пожарной сигнализации следует прокладывать по разным трассам, исключающим возможность их одновременного выхода из строя при загорании на контролируемом объекте. Прокладку таких линий, как правило, следует выполнять по разным кабельным сооружениям.

Это заставляет делать большое количество вертикальных стояков и для каждого детализировать размещения кабельных трасс на горизонтальных участках здания ввиду их перегрузки кабельными трассами.

Введение новых норм в области проектирования СПЗ (сводов правил СП6 [105], 484-486 [101-99]) много принесло положительных результатов, но в области распределения кабельных линий значительно усложнила проектирование в части размещения кабельных линий. К примеру: пункт 6.6 Свода правил СП 484 указывает, что «Совместная прокладка кабелей и проводов СПЗ с кабелями и проводами иного назначения, а также кабелей питания СПЗ и кабелей линий связи СПЗ в одном коробе, трубе, жгуте, замкнутом канале строительной конструкции не допускается» [101].

Исходя из этого линии АПС и СОУЭ теперь тоже нужно прокладывать отдельно. Для достоверного понимания этого направлен запрос в ВНИИПО

о линиях питания и получен ответ вх. № б/н от 01,07.2022г. (рисунок 12) в котором научный институт подтверждает вышеуказанное понимание норм.



The image shows a fragment of an official letter on the letterhead of the Federal Scientific Center for Fire Protection (VNIIPo) of the Ministry of Emergency Situations of Russia. The letterhead includes the coat of arms of Russia, the name of the institution, its full name, and contact information. The letter is dated 01.07.2022 and is addressed to Mr. Mikhail Vyacheslavovich. The text of the letter discusses the requirements for fire safety, specifically regarding the use of power cables and the need for separate routing or shielding in certain cases.


МЧС РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ОБОРОНЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»
(ФГБУ ВНИИПО МЧС России)
мкр. ВНИИПО, д. 12, г. Балашиха, Московская область, 143903
телефон: (495) 521-23-33, факс: (495) 529-82-52, 524-98-99, e-mail: vniipo@vniipo.ru; <http://www.vniipo.ru>

На № б/н от 01.07.2022

О рассмотрении обращения

Уважаемый Михаил Вячеславович!

Специалисты института рассмотрели Ваше обращение и сообщают следующее:

1. Под кабелями питания СПЗ, согласно СП 6.13130.2021 «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование низковольтное. Требования пожарной безопасности», необходимо понимать кабели, обеспечивающие электрическую связь (электропитание) от панели ПЭСПЗ или самостоятельного НКУ, до исполнительного устройства (двигателей установок водяного пожаротушения, двигателей вентиляторов противодымной вентиляции, ППКП, ППУ и т.д.).
2. Кабели СОУЭ на напряжение 100 В являются кабелями питания СПЗ.
3. Так как СПС организована линиями связи, а СОУЭ кабелями питания, то при их прокладке необходима отдельная прокладка или применение сплошной металлической перегородки по всей высоте короба (лотка) при их прокладке в коробе (лотке), согласно п.6.6 СП 6.13130.2021.

Рисунок 12 - Фрагмент письма ответа ВНИИПО вх. № б/н от 01,07.2022г

Кроме того, в пункте 6.7 указано, что «Не допускается использование двух и более пар жил одного кабеля или провода для реализации кольцевой линии связи» [105]. А пункт 6.8 этого же свода правил предписывает, «Не допускается совместная прокладка кольцевых линий связи СПЗ в одном коробе, трубе, жгуте, замкнутом канале строительной конструкции или на одном лотке» [105], и тому подобное.

Высотные здания это технически сложные, уникальные объекты большой площади и этажности. Традиционное двухмерное проектирование для высотных зданий является практически неподъемной задачей ввиду необходимости сведения большого количества разделов проектной и рабочей документации воедино. Выявление и исключение ошибок взаимосвязи разделов ложится на ГИП.

Свести данные всех инженерных систем в один проект для сверки их нормативного размещения очень сложная задача, которая требует высокого уровня знаний и временных затрат для создания технической документации способной обеспечить возможность реализации на объектах строительства инженерных систем, отвечающих требованиям пожарной безопасности.

Как правило, в процессе проектирования и строительства появляется потребность в изменении принятых технических решений разных масштабов, как по инициативе Заказчика, так и вынужденных в результате чего приходится переделывать необходимый раздел, а за ним все связанные. В таких ситуациях сложность и вероятность ошибок возрастает, что однозначно отразится на безопасности высотных зданий.

Для решения этого вопроса требуется инновационный подход.

Ещё одной проблемой проектирования высотных зданий является некомпетентность проектировщиков или их работа только с наработанной номенклатурой оборудования.

К примеру: установив ранее применяемое в высотных зданиях оборудование высокой степени надежности компании, которая ушла из России из-за санкционных мер, приведет к огромным сложностям в случае ремонта (замены) элементов, вышедших из строя, или обновления программных файлов, обеспечивающих устранение выявленных в ходе эксплуатации дефектов, или позволяющих более гибко использовать инженерные системы в зависимости от условий эксплуатации. Отсутствие запасных частей и выход из строя любого оборудования ведет целую цепь недопустимых последствий, приводящих значительному утрачиванию

функционала системы, в частности не обеспечится требуемый функционал в зоне его установки при любом алгоритме работы системы, а дежурному персоналу потребуются отключение звукового оповещения о наличии неисправности в системе, что недопустимо для обеспечения работоспособности СПЗ.

Коррекция недочетов в проектной стадии требует дополнительных финансовых, временных и трудовых ресурсов, потери материалов, а в худшем случае допущенные ошибки могут привести к опасности для людей и ущербу для имущества из-за возможных пожаров.

Для проектирования для высотных зданий требуется внедрение инновационных решений, исключающих (минимизирующих) ошибки.

1.2.3 Проблемы и риски на стадии строительства в области обеспечения инженерно-технических мероприятий необходимых для организации тушения пожаров.

- Проблемы контроля качества работ в строительстве

Протяженность жизненного цикла высотных зданий напрямую зависит от контроля качества работ, при этом лишь немногие строительные организации развивают штат отдела контроля качества работ обучая сотрудников последним нормам и стандартам. Как отражают в своей статье «Проблемы контроля качества работ в современном строительстве», авторы Дмитриев А.С., и Квитко А.В. «инженер по качеству зачастую по совместительству является инженером ПТО, большую часть времени затрачивающий не на контроль качества СМР, а на оформление всевозможных ведомостей, отчетов, актов, технологических карт, ППР и так далее, в результате чего и при наличии инженера по качеству в организации фактически отсутствует внутренний контроль СМР» [31].

Следующая проблема заключается в недостаточном уровне подготовки нижнего звена управленческого аппарата стройорганизации (мастеров, прорабов) в вопросах обеспечения качества выполнения строительных и монтажных работ. Они ориентируются прежде всего на такие показатели, как

своевременное выполнение работ, минимизация затрат на материалы и максимальные объемы выполняемых работ, что в свою очередь негативно сказывается на качестве исполнения.

Авторы Дмитриев А.С., и Квитко А.В. в своей статье отмечают, «Здесь, конечно, правомерен вопрос, а где же технадзор заказчика? Он же принимает работы, значит сам виноват, недоглядел. Это обосновано, но вынести на своих плечах весь контроль качества СМР с учетом их объемов и многопрофильности, осмотреть каждый элемент строительных конструкций и инженерных систем или, проконтролировать исправление всех указанных ошибок физически невозможно. Да и те из строителей, которые недобросовестны, могут утаить какие-либо огрехи.

На объектах выстраивается отношение к заказчику, как к карательному элементу строительства (приедет технический надзор, найдет нарушения, придерется и потом опять необходимо исправлять). Отсюда и возникают вопросы ко взаимному уважению и профессиональному доверию» [31].

Указанные проблемы требуют срочного внимания и решения. Только справившись с ними, можно говорить о качественном строительстве высотных зданий, повышении их пожарной безопасности и увеличении срока службы, а также о налаживании доверительных отношений между заказчиком и подрядчиком. Основная цель государственного строительного надзора, технического контроля со стороны заказчика и инженера по качеству заключается в реальном улучшении качества работ, а не в создании условий для конфликтов, приостановки работ и недопонимания.

В настоящее время лишь немногие строительные организации развивают штат отдела контроля качества работ обучая сотрудников последним нормам и стандартам. Решить ее без обоснованной законодательной базы практически невозможно.

Нельзя на стадии строительства не упомянуть основную причину распространения пожаров в высотных зданиях исходя из множественных публикаций посвященной этой теме, статистике и анализа пожаров – это

нарушение технологии и отступление от проекта при производстве работ по монтажу фасадных систем, в том числе вентилируемых.

Причиной тому выступает обычная экономия средств:

- при закупке качественных материалов;
- при монтаже.

В первом случае, сначала альбом технических решений конструктивных методов по обеспечению пожарной безопасности навесных фасадов, и применяемых материалов конкретной навесной фасадной системы прошедший натурные огневые испытания получает от испытательных лабораторий «Техническое свидетельство», а потом строители, прикрываясь этим документом, закупают более дешевые, несертифицированные компоненты фасада. При этом проверить строительному надзору соответствие применяемых материалов фактически невозможно, поскольку панели выглядят одинаково и даже имеют одну группу горючести, а уровень пожарной безопасности у внешне сходных деталей будет отличаться радикально.

В втором случае, низкая квалификация монтажников, или несоответствие оснований стен требуемому уровню может приводить к применению нестандартных элементов, что не обеспечивает надежное крепление даже качественных материалов фасадных систем.

В результате, при наличии одного из этих факторов, или их совокупности, пожары в высотных зданиях характеризуются стремительным распространением огня по всей высоте здания по фасадным системам, и возможными обрушениями фасадных конструкций. Как следствие, создается угроза для людей, находящихся в горящем здании и увеличивается риск для сотрудников пожарной охраны, принимающих участие в тушении пожара и организации спасения людей.

- Проблемы и риски при проведении ПНР

Важнейшую часть для обеспечения пожаробезопасности высотных зданий занимает проведение пусконаладочных работ СПЗ, при этом в

нормативной базе вопрос зоны ответственности этих работ не до конца урегулирован, из-за чего имея лишь алгоритм работы СПА монтажники на объекте не свое усмотрение формируют взаимосвязи и индикацию на АРМ систем противопожарной защиты, инженерных систем, а также порядок их работы. На стадии эксплуатации приходится только догадываться о том, какие технические решения и связи были приняты на стадии ПНР.

Нормотворцами начата работа в этом направлении, но добиться оптимальных результатов пока невозможно.

Так в пункте 7.1.13 СП 484.1311500.2020 впервые указано, что «алгоритм работы СПА, включая взаимосвязи систем пожарной сигнализации, противопожарной защиты, инженерных систем, а также порядок их срабатывания, должен быть определен при проектировании согласно требованиям, к соответствующим системам в объеме, необходимом для проведения пусконаладочных работ, настройки параметров оборудования и последующих испытаний» [101]. Это огромный шаг к приведению СПА на стадии строительства в то состояние, которое изначально закладывается проектной организацией, при этом совсем не проработан вопрос с интерфейсом АРМ а также по зонам ответственности за создание эксплуатационной документации на СПЗ, в частности на инструкции по эксплуатации целостных систем и работы их в комплексе из-за чего службам эксплуатации приходится руководствоваться только инструкциями на отдельные элементы систем выпущенные заводом производителем, а в графическом оформлении на АРМ пользоваться тем, что придумали инженеры проводившие ПНР, без учета удобства и объективности в логике построения интерфейса АРМ, Зачастую это приводит к тому, что службам эксплуатации зачастую невозможно получить объективную информацию об аварийном событии и оперативно отреагировать на неё.

Взять к примеру простейший по информативности блок индикации и управления «Рубеж-БИУ» предназначенный для отображения состояния зон, групп зон и исполнительных устройств адресной системы охранно-пожарной сигнализации и пожаротушения на встроенном светодиодном табло, а также ручного управления пожарными и охранными зонами адресной системы. Если в один прибор поставить стандартную индикацию закрытия огнезадерживающих клапанов (ОЗК) и сигнал «Пожар», при выходе системы в режим «Пожар» все индикаторы ОЗК и индикатор «Пожар» в зоне сработки АПС будут гореть красным цветом, из-за чего оперативно определить среди множества красных индикаторов в какой зоне произошла сработка АПС будет затруднительно. И это мы взяли только два контролируемых параметра. Эта ситуация может оказаться намного критичней на центральном приборе индикации и управления АРМ, куда сведены все системы СПЗ. Возьмем, к примеру комплекс высотных зданий, в частности, Объект исследования. Комплекс представляет собой ансамбль из трех тридцати-четырёхэтажных жилых корпусов на стилобате, в стилобатные части встроены помещения общественного назначения с индивидуальными входными группами, весь комплекс объединен общей трехуровневой встроенной подземной автостоянкой. В итоге программная среда только АПС на центральном приборе индикации и управления АРМ составит 121 вкладку поэтажных планов. К ним прибавляем вкладки насосной станции (контроль и управление 4 насосными установками, более 50 задвижек с контролем положения «открыто-закрыто», 6 спринклерных узлов, две электрифицированных задвижки на обводной линии водомерного узла, 16 сигнализаторов потока жидкости указывающий направление движения ОТВ), вкладки контроля СОУЭ включая линии оповещения, электропитания и состояние центрального оборудования расположенного удаленно от пожарного поста, 7 вкладок двухсторонней связи с пожаробезопасными

зонами, насосными и местами парковки МГН на автостоянке, 11 вкладок газового и порошкового пожаротушения для ВРУ, ГРЩ, ДГУ и коммутационный помещений. На мониторе АРМ высвечивается огромный перечень оборудования занимающих 21 500 адресов, и у каждого оборудования есть перечень состояний, который должны знать службы эксплуатации. Кроме этого, 2-й стадией строительства в этот же пожарный пост будет сведено ещё 3 аналогичных башни с коммерческими помещениями и автостоянкой.

Всё это передано под бесконтрольное творчество инженеров, проводящих ПНР. Даже выдать замечания, основанные на нормативных требованиях лицам, проводящим ПНР о не информативности и нелогичном построении интерфейса на сегодняшний день, является затруднительным.

По выпуску эксплуатационных документов (ЭД) в 2019г. принят ГОСТ Р 2.601-2019 [25], где появился сам термин ЭД, его содержание и комплектация.

Согласно пункту 4.1 ГОСТ Р 2.601-2019 [25] – «эксплуатационные документы предназначены для эксплуатации изделий, ознакомления с их конструкцией, изучения правил эксплуатации (использования по назначению, технического обслуживания, текущего ремонта, хранения и транспортирования), отражения сведений, удостоверяющих гарантированные изготовителем значения основных параметров и характеристик (свойств) изделия, гарантий и сведений по его эксплуатации (длительность и условия работы, техническое обслуживание, ремонт и другие данные), а также сведений по его утилизации».

Это действительно правильный перечень документации, достаточный для закрытия монтажных работ, ПНР и передаче в эксплуатацию. Сейчас на практике вместо этого комплекта традиционно выпускается только комплект рабочих чертежей с нелегитимным шифром ИД. Необходимо заметить, что даже перечень документации утвержденный порядком ведения

исполнительной документации Главой II Приказа Ростехнадзора от 26.12.2006г. №1128 «Об утверждении и введении в действие Требований к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требований, предъявляемых к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения» [25] является лишь элементом ЭД, о чем свидетельствует таблица 1 ГОСТ Р 2.601-2019 [25]. В настоящей работе она представлена как таблица 2.

Таблица 2 - Виды эксплуатационных документов

Вид документа	Определение
Руководство по эксплуатации	Документ, содержащий сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках (свойствах) изделия, его составных частях и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации изделия (использования по назначению, технического обслуживания, текущего ремонта, хранения и транспортирования) и оценок его технического состояния при определении необходимости отправки его в ремонт, а также сведения по утилизации изделия и его составных частей
Инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке изделия	Документ, содержащий сведения, необходимые для монтажа, наладки, пуска, регулирования, обкатки и сдачи изделия и его составных частей в эксплуатацию на месте его применения
Формуляр	Документ, содержащий сведения, удостоверяющие гарантии изготовителя, значения основных параметров и характеристик (свойств) изделия, сведения, отражающие техническое состояние данного изделия, сведения о сертификации и утилизации изделия, а также сведения, которые вносят в период его эксплуатации (длительность и условия работы, техническое обслуживание, ремонт и другие данные)
Паспорт	Документ, содержащий сведения, удостоверяющие гарантии изготовителя, значения основных параметров и характеристик (свойств) изделия, а также сведения о сертификации и утилизации изделия
Этикетка	Документ, содержащий гарантии изготовителя, значения основных параметров и характеристик (свойств) изделия, сведения о сертификации изделия

Продолжение таблицы 2.

Вид документа	Определение
Каталог изделия	Документ, содержащий перечень деталей, сборочных единиц, комплексов и комплектов изделия с иллюстрациями, и сведения об их количестве, расположении в изделии, взаимозаменяемости, конструктивных особенностях, материалах и др.
Нормы расхода запасных частей	Документ, содержащий номенклатуру запасных частей изделия и их количество, расходуемое на нормируемое количество изделий за период их эксплуатации
Нормы расхода материалов	Документ, содержащий номенклатуру материалов и их количество, расходуемое на изделие за установленный период эксплуатации
Ведомость комплекта запасных частей, инструмента и принадлежностей	Документ, содержащий номенклатуру, назначение, количество и места укладки запасных частей, инструментов, принадлежностей и материалов, расходуемых за срок службы изделия
Учебно-технические плакаты	Документы, содержащие сведения о конструкции изделия, принципах действия, приемах использования, техническом обслуживании, областях технических знаний с необходимыми иллюстрациями
Инструкции эксплуатационные специальные	Документы, содержащие специальные требования, относящиеся к использованию по назначению, техническому обслуживанию, текущему ремонту, хранению, транспортированию и утилизации, оформленные в виде самостоятельных частей ЭД или в виде приложений к ним

Несмотря на все положительные аспекты введения данного ГОСТ [25], номенклатура электрического оборудования (ЭД), необходимая для обеспечения надлежащей эксплуатации, не соответствует требованиям специального проектирования СПЗ. Это связано с тем, что разработка эксплуатационных руководств и инструкций по монтажу, пуску, регулированию и обкатке изделия оставлена на усмотрение производителя в рамках графы «Степень обязательности разработки документа». А для проектной организации это только необоснованная затрата времени и ресурсов. В итоге, указанные обстоятельства, приводят к отсутствию необходимых документов по эксплуатации и монтажу для СПЗ.

Решение этой проблемы без четкого обоснованного регламента в законодательной базе практически невозможно.

- Проблемным в области пожарной безопасности является сам этап строительства, капитального ремонта, реконструкции, или перевооружения высотных зданий.

Именно в тот момент, в большинстве случаев отключены противопожарные системы. Почти всегда в нарушение противопожарного режима на объектах открыт большой объем узлов пересечений коммуникациями и мест заполнения проемов в противопожарных преградах (зафиксированы в открытом положении или отсутствуют противопожарные двери, ворота и шторы для удобства продвижения рабочих и перемещения строительных материалов), на этажах размещаются административно-бытовые помещения без систем противопожарной защиты, одновременно с этим, ближайшие к ремонту этажи отводятся под склады горючих веществ и материалов, а также оборудования в горючей упаковке. Как показывает статистика, пожары в подобных случаях приводят к полному уничтожению высотных зданий, или значительным финансовым ущербам. Тушение пожаров в подобных случаях осложняется тем, что зачастую информация о пожаре в пожарную охрану поступают с промедлением, и по прибытию пожарных подразделений лифты для пожарных зачастую отключены, или не работоспособны, что не позволяет обеспечить максимально быстрое развертывание в то время как развивается пожар.

1.2.4 Проблемы и риски для обеспечения организации тушения пожаров на стадии эксплуатации.

При том, что качество, надежность, безопасность и долговечность конструкций и инженерных систем высотных зданий закладывается на этапах проектирования и строительства – их проектные эксплуатационные технические характеристики зависят от условий эксплуатации.

Период эксплуатации в жизненном цикле всех зданий в том числе и высотных самый продолжительный. Согласно указаниям пункта 5.6 Свода правил СП 267.1325800.2016 «срок службы высотного здания (комплекса), в т.ч. несущих конструкций, оснований и фундаментов, определяется в задании

на проектирование в соответствии с положениями ГОСТ 27751 (не менее 100 лет)» [26]. Для отдельных элементов здания имеются свои сроки. К примеру, по пункту 10.16 СП 253.1325800.2016 «срок службы трубопроводов и оборудования, применяемого в высотных зданиях, должен составлять не менее 50 лет, материалов - 25 лет». [41].

Другой подход в нормах к срокам эксплуатации СПА. Согласно требованиям Постановления Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. N 1479 «сроки эксплуатации принимаются не по минимуму, а по допустимому максимуму, установленному изготовителем средств обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения. Для обеспечения возможности дальнейшей эксплуатации правообладатель объекта защиты должен обеспечить ежегодное проведение испытаний средств обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения до их замены в установленном порядке» [66].

Срок жизненного цикла высотных зданий зависит от многих факторов. Совокупность их ключевых значений отражена на рисунке 13.

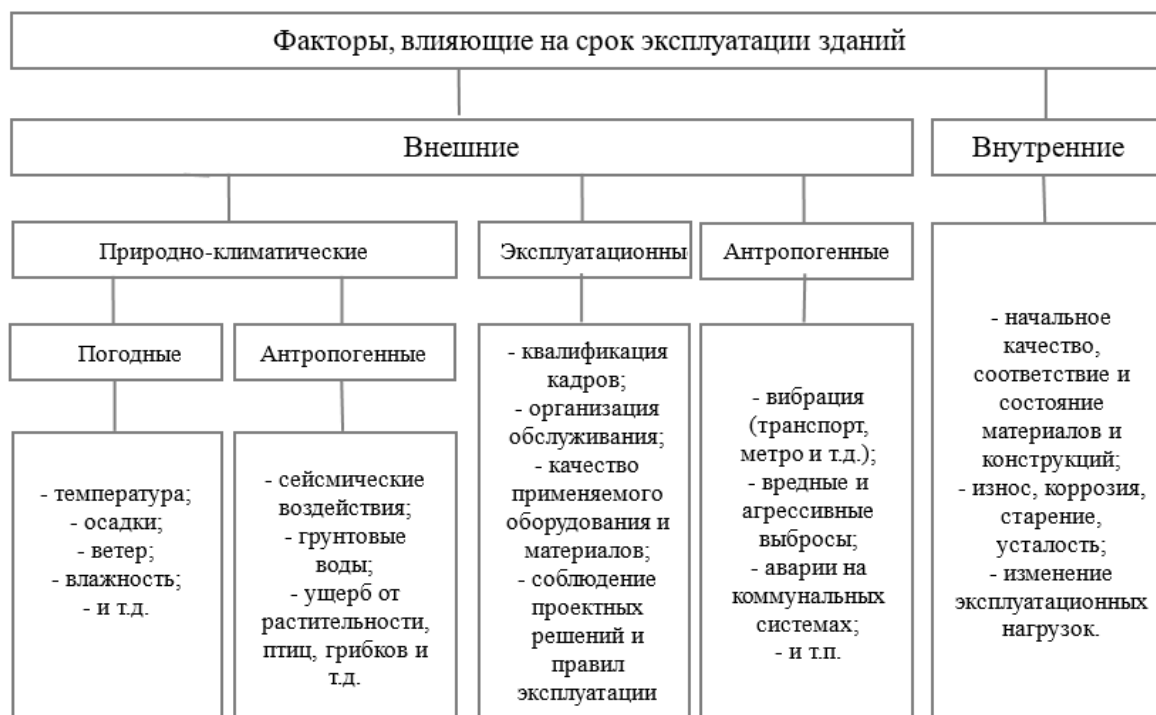


Рисунок 13 - Классификация факторов влияния на эксплуатацию зданий.

Основным ежедневным фактором утраты проектных эксплуатационных технических характеристик зданий является их износ. По мере износа конструкций и инженерных систем возникает необходимость проведения ремонтных работ. При переходе высотных зданий в состояние, при котором эксплуатация здания становится недопустимой либо нецелесообразной здания подлежат сносу.

Износоустойчивость конструкций и инженерных систем зависит от совокупности факторов, из которых:

- качество и соответствие примененных материалов и конструкций;
- качество строительно-монтажных работ;
- срок службы;
- нарушение правил эксплуатации (некачественное или несвоевременное обслуживание, некачественный или несвоевременный ремонт, несоответствие предусмотренных технологических процессов, нарушение допустимых эксплуатационных режимов (нагрузок)).

Таким образом, можно сказать, что срок эксплуатации конструкций и инженерных систем — величина вероятностная, определяемая множественными факторами, что может очень сильно отличаться от нормативного.

Именно на стадии эксплуатации обычно собирается совокупность нарушений правил эксплуатации и неблагоприятных обстоятельств таких как: превышение горючих материалов; наличие незакрытых лестниц, проемов, способствующих распространению дыма; наличие неисправностей в системе автоматической пожарной сигнализации и пожаротушения; неэффективное управление эвакуацией и тушением пожара и тому подобное. В большинстве случаев причиной этого бывает высокая степень безответственности собственников объектов недвижимости и лиц, которые отвечают за поддержание необходимого уровня пожарной безопасности, а именно, халатного отношения, экономии средств на обслуживание и ремонт,

а также недостаточной профилактической работе по повышению уровня грамотности и информированности населения.

- Проблемы и риски для обеспечения организации тушения пожаров на стадии приема в эксплуатацию высотных зданий.

Именно с процедуры приема в эксплуатацию и начинаются проблемы и риски для обеспечения пожарной безопасности эксплуатацию высотных зданий на стадии эксплуатации.

Процедура получения разрешения на ввод в эксплуатацию начинается с выдачи органом государственного строительного надзора положительного заключения о соответствии (ЗОО). Фактически процедура включает в себя проверку основных (заключительных) документов и выполнения основных параметров строительных конструкций и инженерных систем. Вся детальная нагрузка по приему в эксплуатацию ложится на эксплуатирующую организацию. Все остальные стороны заинтересованы лишь в скорейшей и безболезненной передаче объекта.

Приём-передача высотных зданий из-за огромных объёмов контролируемых параметров зданий и ограниченности по времени, в большей мере происходит формально и в лучшем случае недостатки выявляются в гарантийные сроки и устраняются в соответствии с указаниями статей 724 и 755 ГК РФ [29] с бременем доказывания, что недостатки возникли до передачи результата работы или по причинам, возникшим до этого момента. Особенно это отражается в области обеспечения пожарной безопасности, поскольку нет разделов технической документации, которая не оказывала бы влияние на обеспечение пожарной безопасности, а в отечественной практике принято не обоснованное игнорирование необходимости содержания в штате квалифицированного специалиста в этой сфере. Прием высотных зданий в этой части в большинстве случаев проходит со всеми ошибками и недоработками, допущенными в процессе проектирования и строительства.

К примеру:

- простейшее мероприятие по обеспечению «проведения работ по заделке негорючими материалами, обеспечивающими требуемый предел огнестойкости и дымогазонепроницаемости, образовавшихся отверстий и зазоров в местах пересечения противопожарных преград различными инженерными и технологическими коммуникациями, в том числе электрическими проводами, кабелями, трубопроводами» [66], измеряется в высотных зданиях миллионами таких мест. Именно эти места являются местами распространения по зданию ОФП по зданию, но возможность проверки в лучшем случае ограничивается лишь контролем в выборочных местах. Устранить выявленные в последующем недостатки силами эксплуатации займет большие временные и финансовые затраты.

- проверка установки, соответствия рабочим нагрузкам и работоспособности простейших дверных доводчиков на противопожарных дверях - огромный объем работ, поскольку количество таких дверей доходят до 1000 единиц. Не закрывающиеся противопожарные двери сводят на нет применение высоких пределов огнестойкости строительных конструкций и условий нераспространения ОФП по зданию. Устранить выявленные в последующем недостатки силами эксплуатации займет большие временные и финансовые затраты.

Кроме огромных объемов физических параметров высотных зданий, передается огромное количество исполнительной документации. Документация из-за стадийности выполнения и закрытия больших объемов работ поступает в разрозненном виде, что осложняет процедуру её приема, сверки полноты и соответствия. В итоге некачественная техническая документация не дает исчерпывающей информации для организации эксплуатации, проведения технического обслуживания и ремонта (ТОиР).

- Проблемы и риски при ТОиР высотных зданий для обеспечения работоспособности инженерно-технических мероприятий необходимых для организации тушения пожаров.

Проблем в области обеспечения пожарной безопасности при организации и проведении ТОиР на стадии эксплуатации высотных зданий сводятся они к

трём причинам:

- недооценка профессиональных возможностей специалистов и работников ТОиР СПЗ;
- недостаточное финансирование ТОиР;
- безответственность собственников и арендаторов помещений.

Недооценка профессиональных возможностей специалистов и работников ТОиР СПЗ.

Основная цель управления ТОиР СПЗ – обеспечить пожарную безопасность здания, соблюдение его проектных эксплуатационных технических характеристик при этом минимизируя необоснованные повреждения, износ и дефекты СПЗ.

Плохое качество ТОиР являются логическим результатом одного или нескольких в совокупности факторов:

- отсутствия достаточного для имеющихся задач необходимого штата специалистов (собственных или договорных);
- отсутствие у специалистов соответствующего обучения и навыков (неудовлетворительный уровень квалификации);
- отсутствие у специалистов ответственного подхода к должностным обязанностям;
- ограничения в обоснованном финансировании ТОиР СПЗ и инвестиций на обучение специалистов.

Разлад в службе ТОиР приводит к тому, что нет принятия правильных и своевременных управленческих решений, что ведёт к множественным проблемам на Объектах:

- низкая производительности работ по ТОиР;
- уменьшение срока службы оборудования и материалов;
- увеличением проблем ложных срабатываний СПЗ;

- необоснованное увеличение складских запасов запчастей или времени их ожидания;

- увеличение длительности ремонта
- увеличение аварийных работ;
- увеличение сверхурочных работ;
- увеличение затрат на ТОиР;
- снижение пожарной безопасности Объекта.

Недостаточное финансирование ТОиР.

При том что высотные здания имеют колоссальные объемы и виды контролируемых параметров и информации для аналитики, недостаточное финансирование вынуждает держать в ограниченном количестве специалистов при том не высокого уровня. По сложившимся в наши стереотипы самая меньшая доля в их числе отводится на специалиста по пожарной безопасности, а как объяснялось ранее, сфера деятельности специалиста по пожарной безопасности распространяется на все разделы технических решений и управления объектом, при том для высотных зданий этот специалист должен соответствовать уровню понимания всех принятых технических решений на Объекте.

Ввиду вышеуказанного все направления ТОиР проводятся без согласования (надлежащего согласования) со специалистом по пожарной безопасности и без его контроля (надлежащего контроля), из-за чего Объекты накопительно утрачивают заложенный в них потенциал пожарной безопасности.

К примеру: в одной из башен Москва-Сити при проведении косметического ремонта для смены эстетического вида в местах общего пользования убрали навесные потолки, при этом не учли, что такое решение требовало в указанных местах переноса центра термочувствительных элементов тепловых замков всех спринклерных оросителей до плоскости перекрытия (покрытия) в пределах от 0,08 до 0,30м. согласно указаниям пункта 5.2.12 СП 5.13130.2009, а СТУ по не предусматривало установку в

таких местах тепловых экранов. Указанная деятельность привела к частичной утрате работоспособности в указанных местах системы АПТ, поскольку спринклеры оказались в зоне значительно ограниченной для их вскрытия по значению температуры. Исправление ситуации потребовало больших финансовых и временных затрат.

Недостаточное финансирование вынуждает использовать при проведении ТОиР материалов и оборудования низкого качества, или частично не выполнять работы, что приводит к утрате функционала принятых технических решений на стадии проектирования, особенно остро это отражается в области пожарной безопасности.

К примеру: заменив вышедшие из строя дверные доводчики противопожарных дверей на доводчики более дешевого сегмента, двери не обеспечат их нормальное закрытие, что приведет к недопустимому распространению ОФП в случае пожара.

Вернувшись к анализу пожаров в высотные здания можно привести много примеров распространения пожаров после проведения ремонта и замены фасадных систем.

- Безответственность собственников и арендаторов помещений

Еще одной важной проблемой является безграмотность и безответственность населения в вопросах пожарной безопасности. Большая часть пожаров и их распространение происходит из-за незнания и несоблюдения норм и правил безопасного поведения в повседневной жизни и при возникновении чрезвычайных ситуаций.

К примеру:

- в СП 5.13130.2009 [102] и СП 484.1311500.2020 [101] включены требования по обеспечению защиты жилых помещений дымовыми пожарными извещателями, которые подключаются к приемно-контрольному прибору пожарного поста здания.

На практике пожарные извещатели, установленные в квартирах высотных зданий, часто удаляются собственниками или жильцами в

процессе проведения ремонтных работ и затем не возвращаются на место. Это приводит к тому, что жилые помещения лишаются средств пожарной сигнализации, что затрудняет обнаружение и сообщение о пожаре, следовательно, не позволяет своевременно вызывать пожарные службы. В итоге, пожарные прибывают на место возгорания слишком поздно, когда ситуация уже вышла из-под контроля. Попасть в квартиру эксплуатирующей организации получается очень редко, а привлечение к ответственности таких нарушителей законодательством не предусмотрено.

При тушении пожаров на верхних этажах следует в первую очередь использовать внутренний противопожарный водопровод. Затем уже при необходимости вводить стволы от передвижной пожарной техники. Часто возникают проблемы из-за того, что люди без разумной причины вмешиваются в работу пожарных систем, открывая задвижки пожарных кранов или похищая пожарные инструменты из специальных шкафов. Из-за этого пожарным приходится тратить время на проверку закрытия кранов на противопожарных сухотрубках, что отвлекает их от борьбы с огнем. Поэтому в договорах по найму или приобретению жилья следует обязательно прописывать обязанности нанимателя (приобретателя) по соблюдению мер пожарной безопасности.

Как отражено в пособии Методические рекомендации по формам и методам работы по предупреждению пожаров в жилом секторе ГУ МЧС России «на государственном уровне и службами эксплуатации необходимо организовать широкую информационно-пропагандистскую работу по внедрению в сознание людей самого существования проблемы пожаров как бедствия, способного произойти в любой семье, в любом жилище, по формированию у людей психологических установок на нетерпимость к случаям нарушения противопожарного режима и требований пожарной безопасности, по подготовке людей к правильным действиям в случае возникновения пожара» [53].

1.2.5 Проблемы и риски в организации тушения пожаров на стадии проведения пожарно-спасательных работ при необходимости.

Ведение боевых действий по тушению пожаров в высотных зданиях определяются многими факторами и имеет также ряд проблем и рисков в частности:

- Несвоевременное время сообщения о пожаре.

Любой пожар — это экстренная ситуация, которая развивается очень быстро. Зачастую о пожаре в пожарную охрану не сообщается, или помощь вызывают со значительным опозданием, затрачивая бесценное время. Причинами в этом служат два фактора, отсутствие или неисправность автоматики обнаружения пожара и человеческая халатность или самонадеянность.

Проблемы с автоматикой не позволяют своевременно запустить необходимые СПЗ, оперативно оповестить дежурные службы объекта и пожарные части. В результате пожарные подразделения и дежурные службы объекта предпринимают действия по организации эвакуации и ликвидации пожара на неоправданно поздней стадии его развития.

Проблемы человеческого фактора менее критичны для высотных зданий, поскольку АПС автоматически дублирует сигналы о пожаре в подразделение пожарной охраны с использованием системы передачи извещений о пожаре. Особенно важно сообщение в случае отказа пожарной автоматики. Нельзя добиться абсолютно безотказной работы любой инженерной системы, в том числе и СПЗ. Вероятность безотказной работы и вероятность эффективной работы технических средств по обеспечению пожарной безопасности всегда предусматривает вероятность отказов СПЗ. Незамедлительное сообщение о пожаре - это прямая обязанность граждан и юридических лиц согласно статьям 34, 37 Федерального закона от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [58] и пункту 2 Постановления Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. N 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» [66]. При визуальном

обнаружении пожара введение ручного извещателя в работу до срабатывания пожарной автоматики позволяет снизить интенсивность отказов АПС.

- Ограничение проездов для обеспечения доступа пожарной техники к входам в здание и доступа ПППМ к местам установки.

Одной из существенных проблем является обеспечение возможности подъезда к месту пожара специальной техники для спасения людей и ликвидации пожара в то время как происходит его развитие, что влечет за собой необходимость увеличения сил и средств на его ликвидацию, не позволяет со всей эффективностью использовать специальную и аварийно-спасательную технику, или подвергает опасности пожарные расчеты.

Связано это обычно по трем причинам:

- проектная недоработка;
- перепланировки земельного участка эксплуатацией без учета пожарных требований, принятых при проектировании и документах предварительного планирования боевых действий по тушению пожара;
- безответственное отношение автомобилистов к парковке личного автотранспорта и сложным регламентом привлечения нарушителей к ответственности.

Кроме того, в настоящее время требования к разметке специальных площадок для пожарной техники на законодательном уровне не урегулированы, из-за чего возникает затруднение в идентификации или видимости площадок для установки пожарной, специальной и аварийно-спасательной техники (к примеру, при обледенении или занесении снегом площадок при отсутствии дублирования мест расположения площадок дорожными знаками и окрашенными сигнальным цветом бордюрами).

В г. Москве принят нормативный документ регулирующий порядок устройства площадок для расстановки пожарной и специальной техники возле жилых домов и объектов [88], но этот документ не распространяется на всю территорию России.

Жильцы, удобство парковки личного автомобиля в большинстве случаев ставят важнее безопасности перекрывая проезды и площадки для установки пожарной, специальной и аварийно-спасательной техники из-за чего в случае пожара пожарные расчеты встречают большие трудности с проездом пожарного автотранспорта месту пожара и доступу к крышкам колодцев пожарных гидрантов при том, что имеется прямой запрет в пункте 49 постановления Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. N 1479 [66]. Сложный регламент привлечения к административной ответственности нарушителей данной нормы ведет к злоупотреблению правом.

- Ограничения использования вертолетов и беспилотных летательных аппаратов.

В связи с ограниченными техническими возможностями пожарной техники, пожарные проявляют повышенный интерес к использованию вертолетов и беспилотных летательных аппаратов.

Преимущества и эффективность использования вертолетов и беспилотных летательных аппаратов в пожаротушении высотных зданий невозможно переоценить. При этом необходимо не забывать, что возможность использования вертолетов и беспилотных аппаратов имеет прямую зависимость от погодных условий, таких как ветер, сильный дождь, гроза, снегопад и тому подобное. Их доступ может быть ограничен ввиду наличия смежных зданий, плохой видимости из-за тумана, больших территориальных задымлений (к примеру, от лесных пожаров) и тому подобное.

Присутствуют угрозы и недостатки:

- сложность маневрирования для точного попадания огнетушащего вещества в область горения, в том числе из-за наличия соседних зданий, особенностей рельефа местности, тепловых и вихревых воздушных потоков;
- потери управления (к примеру, из-за снижения мощностей силовых установок вертолетных двигателей при горизонтальной подаче ОТВ, или

помощи в подъёме ОТВ на высоту (пример - патент США №5.135.055, МКИ А 62 С 27/00, опубл. 04.08.1992) [74];

- падения из-за потери управления или столкновения;
- раздувания огня от работы винтов;
- причинения вреда спасающимся и пожарным при сбросе ОТВ;

В результате вышеуказанного, опора в расчётах на их активное участие в ведении боевых действий всегда должна всегда ставиться под сомнение.

- Проблемы с тушением пожаров (спасательная операция, СИЗОД, подъем ОТВ)

Из-за большой концентрации людей в высотных зданиях и затруднений, связанных с длительным спуском по лестницам, создается реальная угроза жизни людей. В связи с этим пожарным требуется выделить разведывательно-спасательных групп в нескольких направлениях вместо проведения действий по тушению пожара. Спасательные работы также осложняются численностью и категориями инвалидов и иных лиц, не могущих самостоятельно эвакуироваться при пожаре и ожидающих спасения в пожаробезопасных зонах, имеющихся на каждом этаже. Объемно-планировочные решения в высотных зданиях по возможности устройства количества лестничных клеток не позволяют гарантированно обеспечить одновременную эвакуацию людей, что приводит к возникновению скопления людей и их давки. Спуск людей по лестничным клеткам с этажей высотной части здания выдвигает повышенные требования к физическому и психологическому состоянию эвакуирующихся людей. В научной среде многократно поднимался и исследовался вопрос отечественными и зарубежными авторами таких как В. В. Холщевников, А.В. Красавин, В.Л. Карпов, Benbrik A., Dembele S. «о снятии запрета в использовании лифтов для пожарных в эвакуации людей из высотных зданий, так как уровень технического развития систем противопожарной защиты в настоящее время позволяет в полной мере реализовать процесс самостоятельного спасения и эвакуации людей при пожаре с использованием лифтов для пожарных и инженерных систем объектов капитального строительства до прибытия

первых пожарных подразделений. Приводились научные исследования, натурные испытания и расчеты по апробированным методикам в области организации процесса беспрепятственной и своевременной эвакуации людей обоснованно доказывающими необходимость внедрения комбинированного способа эвакуации из высотных зданий с использованием лифтов» [47], положительные примеры зарубежной нормативной практики в частности NFPA 101 Life Safety Code [126], NFPA 5000 Building Construction and Safety Code [127], ISO/TR 25743:2010 Lifts (elevators) — Study of the use of lifts for evacuation during an emergency [125] IBC/2009 ICC International Building Code [124] в которых уже прописаны алгоритмы и требования по использованию лифтов для эвакуации людей при пожаре, но вопрос отечественными нормотворцами пока не решен.

На сегодняшний день лучшей практической отработкой системного подхода по применению различных способов пожаротушения являются экспериментальные научно-технические учения, проведенные в сентябре 2021 г. в башне «Neva Towers» : г. Москва, 1-й Красногвардейский проезд, 22с1.

Целью учений была оценка времени разворачивания пожарно-спасательных подразделений и возможности подачи огнетушащих составов на крышу 68-этажного здания высотой в 345 м.

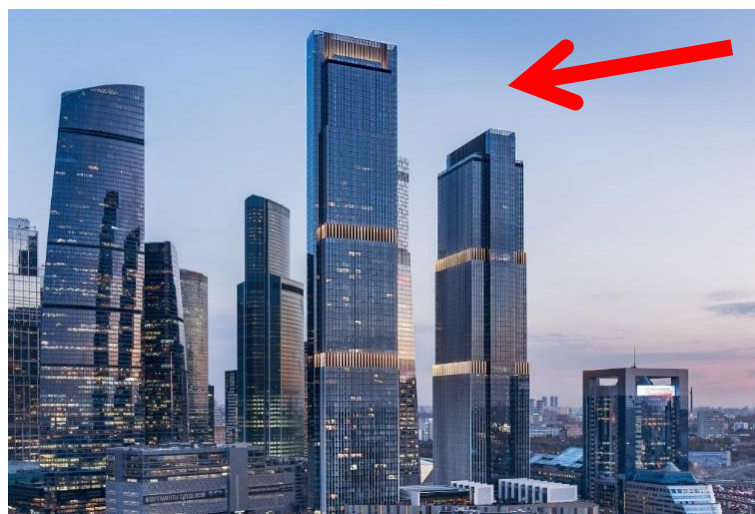


Рисунок 14 - Башни «Neva Towers» » по адресу: г. Москва, 1-й Красногвардейский проезд, 22с1.

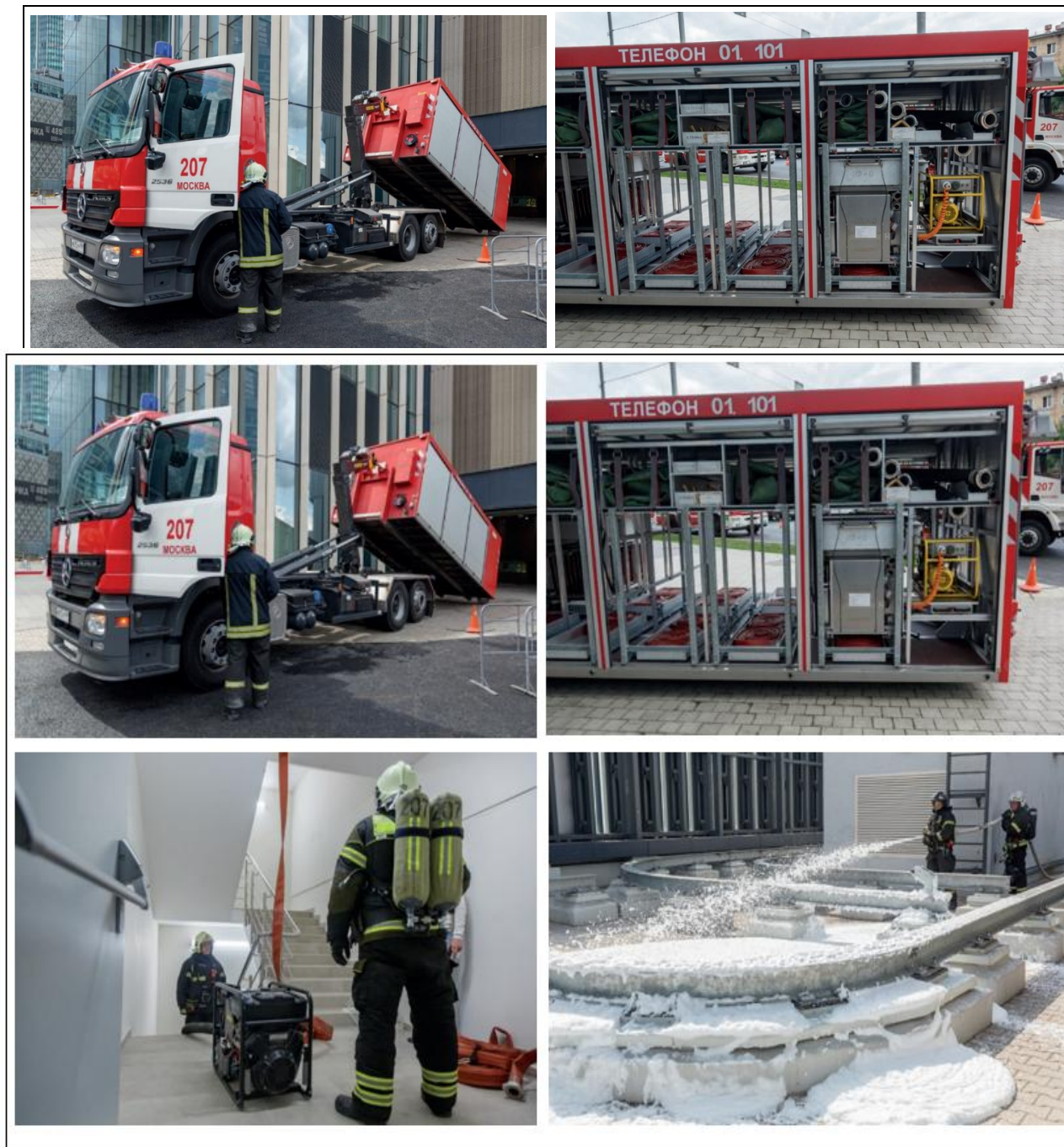


Рисунок 15 - Ряд фотографий с научно-технических учений, в сентябре 2021 г. в башне «Neva Towers»

Согласно сведениям из отчета по мероприятию, «в учениях приняли участие сотрудники и работники ГУ МЧС России по г. Москве, Департамента ГОЧС и ПБ по г. Москве и Академии ГПС МЧС России.

В учениях были проверены 3 типа тушения: контейнерное оборудование для высотного пожаротушения, компрессионная пена и

водяное пожаротушение высокого давления с использованием установки гидроабразивной резки «Кобра».

Первый способ перекачки с использованием переносных мотопомп был наиболее быстрым по времени развертывания, при этом от начала учений до пуска пены потребовалось 58 минут. Достижение таких результатов было обусловлено использованием пожарных лифтов» [2].

Проблема продолжительного времени боевого развертывания, проведения разведывательно-спасательных работ и тушения пожаров усугубляется тем, что эти работы в непригодной для дыхания среде проводятся личным составом пожарных подразделений в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (СИЗОД), имеющем ограничения по времени для безопасности самих пожарных в зависимости от типа, температуры воздуха, повторности заходов в зоны высокой температуры и суммарному времени работы в СИЗОД в течении суток [64], что требует формирование резервных звений для спасания людей и ведения действий по тушению пожаров в непригодной для дыхания среде (ГДЗС) на каждое работающее ГЗДС. Это значительное увеличение личного состава пожарных подразделений как на месте пожара, так и в дежурном режиме.

Глава 2 Методы и средства повышения пожарной безопасности высотных зданий

2.1 Анализ методов и средств повышения пожаробезопасности высотных зданий

В настоящее время имеется обширная нормативная и законодательная база, касающаяся требований к высотным зданиям, которые необходимо соблюдать для обеспечения их пожарной безопасности.

Пожарная безопасность объектов должна обеспечиваться системами предотвращения пожара системам противопожарной защиты и комплексом организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности согласно статье 5 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [117].

Это и есть направления анализа методов и средств повышения пожаробезопасности высотных зданий.

Пожарная безопасность всех зданий и сооружений будет считаться обеспеченной, если в нем соблюдается выполнение требований установленных Федеральным законом от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [117], а также требований пожарной безопасности, содержащихся в СТУ, отражающих специфику обеспечения пожарной безопасности конкретного здания (сооружения) и содержат комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению его пожарной безопасности. Указанное условие закреплено пунктом 3 части 1 статьи 6 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ [117].

Система предотвращения пожара, цели её создания и способы исключения условий образования горючей среды отражены в Главе 13 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ [117].

Системам противопожарной защиты, цели её создания и способы защиты отражены в Главе 14 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ [117].

Комплекс основных организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности высотных зданий отражен в Главе 10 Свода правил СП 477.1325800.2020 [38].

Система мер противопожарной защиты, должна развиваться по двум основным направлениям: пассивная и активная защита.

Рассмотрим эту главу с учетом проблем и рисков для обеспечения пожарной безопасности высотных зданий решение которых однозначно неформально является методом и средством повышения пожаробезопасности высотных зданий с достижимыми результатами.

2.1.1 Методы и средства повышения пожаробезопасности высотных зданий на стадии технического регулирования

Для повышения качества нормативно технической базы для проектирования в области обеспечения пожарной безопасности высотных зданий необходимо:

- продолжать вести учет технических решений повышения безопасности, поступающих в СТУ для проектирования и строительства высотных зданий.

- провести анализ многолетнего опыта проектирования и строительства высотных зданий в зарубежных странах.

- Разработчикам норм желательно наладить проведение живых встреч и обсуждений с проектировщиками высотных зданий для выявления ошибок, трудностей, непонятных и непроработанных мест в нормах.

- по результатам вышеприведенных направлений работы полученные результаты, апробированные методы формирования объемно-планировочных решений, расчетов, конструирования, разработки инженерных систем включать в Своды правил.

Ввиду уникальности и сложности высотных зданий сводами правил все вопросы не разрешить, но наличие норм с уже проверенными конфигурациями и методиками расчетов значительно помогают архитекторам и инженерам проектировать и строить безопасные высотные здания любой формы, конфигурации и высоты.

Важнейшую часть для повышения пожаробезопасности высотных зданий на сегодняшний день требует решение вопроса по урегулированию в нормативной базе зон ответственности за создание эксплуатационной документации на СПЗ, в частности на инструкции по эксплуатации целостных систем и работы их в комплексе.

2.1.2 Методы и средства повышения пожаробезопасности высотных зданий на стадии проектирования

Ошибки в проектировании – это главная проблема для высотных зданий.

Невозможно исключить ошибки в проектировании строительства полностью. Для их минимизации следует использовать следующие подходы:

- строгое соблюдение норм и стандартов, таких как ГОСТ ISO 9000-2011[24];
- повышение квалификации проектировщиков через периодическое обучение, участие в семинарах и обсуждениях с экспертами отрасли;
- усиление личной ответственности всех участников процесса;
- анализ доступной информации и статистики, включая анализ трудностей и проблем, с которыми сталкиваются службы эксплуатации в области пожарной безопасности;
- использование современных строительных материалов и конструкций.

Для высотных зданий проектируемые мероприятия по обеспечению его безопасности должны быть обоснованы одним или несколькими способами из следующих способов:

- результатами исследований;

- расчетами и (или) испытаниями, выполненными по сертифицированным или апробированным иным способом методикам;
- моделированием сценариев возникновения опасных природных процессов и явлений и (или) техногенных воздействий, в том числе при неблагоприятном сочетании опасных природных процессов и явлений и (или) техногенных воздействий;
- оценкой риска возникновения опасных природных процессов и явлений и (или) техногенных воздействий.

Особое внимание необходимо уделять расчетной части определения уровня обеспечения пожарной безопасности:

- обеспечение безопасности от пожара и минимизация потенциального ущерба;
- предотвращение воздействия опасных факторов пожара;
- оценка эффективности работы системы пожаротушения и каждого ее компонента;
- Определение параметров надежности СПЗ для обеспечения длительного безотказного функционирования и восстанавливаемость.

При недостаточности нормативных требований в области пожарной безопасности или невозможности соблюдения существующих требований пожарной безопасности для заявленных характеристик высотных зданий разрабатываются специальные технические условия, согласно ч.2 ст.78 Федерального закона от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ [117], п.5 Положения о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 года N 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию"[59], и требованиями Приказа Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 30 ноября 2020 г. № 734/пр [62].

Безопасность здания является приоритетной на этапе проектирования, где проводятся все необходимые анализы и расчеты для обеспечения пожарной безопасности.

Необходимо учитывать предпочтения потребителей на данном этапе проектирования. Качественный SWOT-анализ поможет принять правильное решение о дальнейшей реализации проекта с учетом безопасной эксплуатации здания в будущем.

Для повышения пожаробезопасности высотных зданий при проектировании всех архитектурных решений и инженерных систем требуется комплексный расчет по их размещению и взаимодействию с централизацией всех систем управления и контроля. Для реализации таких технологически сложных решений необходимо применение инновационных способов. Одним из актуальнейших направлений является использование при проектировании архитектурных решений и инженерных систем методов BIM-моделирования.

BIM — Building Information Model — это информационная трехмерная модель, в которой учтены и соединены все разделы технической документации строительства: генплан, архитектура, конструктивные решения, инженерия, дизайн интерьера, экономика, этапы строительства, логистика, окружающая среда, каждый материал с названием и количеством: от марки бетона до светильников исключающая случайные неточности, вызванные человеческим фактором.

Этот способ позволяет создавать модель здания в 3D изображении, где данные об объекте строительства представляют собой не бесконечные схемы, таблицы и перечни, а структурированную виртуальную модель с параметрами, скоординированными между собой и имеющими конкретную геометрическую привязку, что повышает качество проектирования путем ликвидации несоответствий между различными разделами проекта.

При необходимости внесения правок в техническую документацию объекта, программа автоматически отражается и в связанных разделах

технической документации, а также проводятся перерасчеты и оптимизация, что однозначно отражается на повышении пожаробезопасности высотных зданий.

В качестве программной среды могут быть использованы программы к примеру, Nanocad или Autodesk (Autocad, Archicad, Navisworks, Revit, и другие).

Правительство России своевременно обеспечило возможность ведения проектной документации в текстовой и графической формах и (или) в форме информационной модели отразив это в Постановлении Правительства Российской Федерации от 27.05.2022 № 963 «О внесении изменений в Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию и признании утратившими силу отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации» [57].

Авторы А. В. Красавин, В. Л. Карпов в научной статье Проблемы формирования нормативной базы высотного строительства в части обеспечения безопасной эвакуации при пожаре и техногенных авариях, полагают «в качестве решений по устройству противопожарной защиты целесообразно рассматривать возможность использования инновационных инженерных систем и устройств, в том числе:

- направленных не только на обнаружение, но и на предупреждение возгораний (термопластыри (термодатчики) сигнализации температуры предельного нагрева электрических кабелей), позволяющих обесточивать электрооборудование и сети до возникновения коротких замыканий с последующим возгоранием;

- использующих пониженный (экономичный) расход воды на внутреннее пожаротушение (автоматические системы водяного пожаротушения и внутреннего противопожарного водопровода тонкораспыленной и температурно-активированной водой), способствующих упрощению доставки огнетушащих веществ к очагу пожара в высотной части

зданий, а также значительно уменьшающих материальный ущерб от пролитой воды;

- направленных на организацию процесса комбинированной эвакуации, спасения (самоспасения) людей при пожарах и техногенных авариях» [46];

- направленных на автоматизацию процессов контроля и анализа состояния СПЗ.

Чтобы отслеживать изменения в законодательстве и успешно применять знания на практике, важно периодически проходить программы повышения квалификации в различных учебных центрах.

Постоянно расширяющийся круг знаний и разработки отечественных производителей автоматических систем дают возможность получить требуемые результаты, соответствующие передовому международному опыту, при этом не ограничивая технико-экономические показатели проектируемых высотных зданий требованиями разработчиков СП.

Авторы Крюков К.М. и Аль-Тулаихи М. отражают, что «Особенности проблематики качества проектирования и строительства высотных зданий Современный научный подход к управлению качеством инвестиционно-строительного проекта предполагает внедрение комплекса инженерно-технического и информационного сопровождения. Достижение требуемого уровня качества подготовки проекта возможно только после внедрения единой коммуникационной системы контроля и управления на базе современных программно-вычислительных комплексов» [49].

2.1.3 Методы и средства повышения пожаробезопасности высотных зданий на стадии строительства

«Значительную роль в обеспечении пожарной безопасности высотных зданий и качества инвестиционно-строительного проекта играет стадия строительства. На данной стадии необходимо не только эффективно организовать процесс строительного производства, но и уделять внимание соответствию материальных ресурсов, поступающих на строительную площадку, а также использовать современные технологии строительства,

передовые методы производства работ и высокопроизводительные машины и механизмы» [130,129].

«Особое внимание необходимо уделить выпуску актуальной исполнительной документации, для чего на начальной стадии строительства необходимо утвердить полный перечень технической документации, включаемый в её состав.

Систематический контроль со стороны заказчика, проектировщика, подрядчика и государственного строительного надзор позволяют снизить вероятность ошибок, переделок и недоработок, при этом повысить качество строительства высотных зданий» [49].

2.1.4 Методы и средства повышения пожаробезопасности высотных зданий на стадии эксплуатации

Методами и средствами повышения пожаробезопасности высотных зданий на стадии эксплуатации являются:

- правильная организация работ служб эксплуатации, а также служб ТОиР с учетом норм ГОСТ ISO 9000-2011 [24];
- организация проведения периодического обучения сотрудников служб эксплуатации и специалистов по техническому обслуживанию и ремонту для повышения квалификации, проведение семинаров и дискуссий по вопросам эксплуатации и ремонту высотных зданий;
- задействование всех работников и участников процесса в личной ответственности и взаимодействии;
- анализ и сбор информации и статистики в отношении конкретной сферы деятельности;
- организация обучения персонала, посетителей и жителей по вопросам пожарной безопасности;
- улучшение законодательства и нормативов в области пожарной безопасности, особенно в части обеспечения безопасной эксплуатации зданий.

Задачами органов исполнительной власти и органов местного самоуправления, а также предприятий в сфере предотвращения пожаров являются обучение населения вопросам пожарной безопасности, осведомление общественности о мерах безопасности с целью повышения правовой грамотности и социальной ответственности граждан, а также контроль со стороны уполномоченных организаций за соблюдением правил эксплуатации зданий.

В процессе эксплуатации необходимо придавать высший приоритет мерам противопожарной безопасности, предусмотренным в проекте, включая:

- соблюдение всех правил пожарной безопасности;
- обеспечение наличия и правильного использования средств пожаротушения;
- гарантия безопасной эвакуации людей и защиты имущества в случае пожара.

Дефицит квалифицированных кадров решить можно за счет введения обязательных форм соответствия сервиса, повышения уровня взаимодействия лицензирующих органов с пожарными надзорными органами, введения независимой экспертной оценки качества работ на всех этапах жизни высотных зданий.

Использование BIM-модели может и должна использоваться при эксплуатации, поскольку модель обеспечивает полное представление о всех строительных элементах здания, размещении и комплектации сетей и коммуникаций, в том числе скрытых. Особенно актуальна BIM-модель при проведении ремонтных работ, перепланировке, реконструкции здания, и так далее, что позволит обеспечить соблюдение проектных решений, обеспечивающих безопасность высотных зданий на протяжении всего срока эксплуатации.

Необходимо обратить особое внимание на принятие организационных мер по обеспечению требуемого уровня технического обслуживания СПЗ используя передовые способы решения этой задачи.

Современная стратегия организации и проведения ТОиР СПЗ сложились из двух тактических действий:

- система планово-предупредительного ремонта (ресурсный ремонт) TPM (Total Productive Maintenance);
- ремонт по техническому состоянию (RCM - Reliability Centered Maintenance).

Ресурсный ремонт заключается в том, что независимо от состояния контролируемых параметров СПЗ при отработке определенного ресурса требуется провести его обслуживание, ремонт или замену.

Принцип предупредительности заключается в том, что после отработки каждым контролируемым узлом установленного промежутка времени для него выполняются техническое обслуживание и ремонтные работы независимо от физического состояния и степени износа.

Принцип плановости предполагает, что проведение указанных технических воздействий осуществляется по специальному графику с заданными объемами работ в назначенные сроки.

Из положительных сторон - такой подход в определенной степени нивелирует проблемы недостатка и корректности информации о техническом состоянии оборудования.

Из отрицательных сторон – высокая стоимость ТОиР.

Ремонт по состоянию основан на том, что все работы по ремонту и наладке производятся в зависимости от реального текущего технического состояния параметров СПЗ контролируемых автоматизированными системами эксплуатации.

Из положительных сторон - указанный метод позволяет обнаруживать и идентифицировать потенциально опасные дефекты на начальной стадии развития, что существенно повышает ресурс и в конечном итоге позволяет сократить эксплуатационные расходы. Этот подход считается наиболее прогрессивным в применении к ответственному, сложному и дорогостоящему оборудованию, каким и является СПЗ.

Из отрицательных сторон – для внедрения метода необходимо достаточно точное приборное и методическое обеспечение.

В настоящее время нормотворцами в области организации эксплуатации СПЗ высотных зданий сделан акцент на оптимальный комбинированный подход сочетающий в себе планово-предупредительный ремонт с организацией мониторинга состояния оборудования с помощью автоматизированных средств контроля СПЗ.

На практике есть ещё и третий тип - ремонт по отказу указывают авторы Иванов В.А., Фещенко А.А.. в статье Особенности подходов к техническому обслуживанию и ремонту оборудования в непрерывном производстве «При этом ремонтируется (или заменяется) элемент здания только тогда, когда его дальнейшее использование становится невозможным вследствие полной поломки (отказа). Отказываться от тактики «ремонт по отказу» невозможно поскольку для некоторых видов оборудования она и технически, и экономически оправдана. Технически – в том случае, если поломки (отказы) элементов имеют случайный характер, то есть практически не зависят от длительности их работы. Экономическая оправданность появляется в тех случаях, когда последствия поломки незначительны, а меры профилактики стоят дороже, чем замена вышедшего из строя (отказавшего) узла или устройства» [40].

Для улучшения работы с высотными зданиями необходимо внедрить современные информационные технологии в управление. Системы учета технического обслуживания (CMMS) предоставляют возможность эффективного планирования ремонта, управления запасами и материалами, а также обеспечивают доступ к необходимым модулям только соответствующим сотрудникам. Авторы Евдошенко О.И., и Карибов А.Ю. описывают это так, «В пределах каждого модуля пользователь имеет права на действия в соответствии с его профайлом. Например, исполнитель нарядов на ремонт может видеть только задания на проведение обслуживания того или иного оборудования; специалист по учёту материальных ценностей может заказать требуемый инструмент, материалы, запчасти, СИЗ; планировщик (оператор, диспетчер) — выдать / выпустить наряды на выполнение ремонта, приоритизировать задачи, изменить график

техобслуживания; сотрудник отдела кадров добавить или удалить сотрудников в систему» [33].

Дальнейшим развитием систем управления ТООР идут системы ЕАМ - Enterprise Asset Management - управление основными фондами организаций.

Деление на СММС-системы и ЕАМ-системы не является строгим. В целом системы рассчитаны на автоматизацию ТООР оборудования АППЗ крупных и насыщенных объектов какими и являются высотные здания.

Обе современные концепции управления ТООР поддерживаются развитыми ЕАМ-системами, как IFS Applications. Наличие интегрированной системы позволяет исключить необходимость повторного ввода данных, минимизировать их искажения, принимать решения на основе знания всех факторов, учитывать производственные планы при планировании ТООР.

2.1.5 Методы и средства повышения пожаробезопасности высотных зданий на стадии проведения пожарно-спасательных работ при необходимости

Обеспечение проездов для доступа пожарной техники к входам в здание и доступ передвижным пожарным подъемным механизмам (ПППМ) к местам установки для высотных зданий является особым мероприятием для повышения пожаробезопасности высотных зданий.

На сегодняшний день указанное направление требует технического урегулирования, в частности требуется:

- утверждения единых нормативных требований к разметке специальных площадок для пожарной техники на законодательном уровне;
- организация более строгого контроля при проектировании строительстве и реконструкции специальных площадок для пожарной техники;
- организация пропаганды среди населения о важности содержания свободными для доступа пожарных «крышек колодцев пожарных гидрантов, мест вывода на фасады зданий патрубков для подключения мобильной пожарной техники, а также разворотных площадок и площадок для установки пожарной, специальной и аварийно-спасательной техники» [66].

- разработке упрощенного регламента привлечения к ответственности нарушителей.

Правильность технических решений, принятых на стадии проектирования необходимо подтверждать отчетом о предварительном планировании действий пожарно-спасательных подразделений по тушению пожара и проведению аварийно-спасательных работ с его актуализацией при введении высотных зданий в эксплуатацию.

Условно перспективным направлением для тушения пожаров в высотных зданиях, является использование вертолетов и беспилотных аппаратов. Это направление имеет значительные преимущества перед традиционными техническими средствами при тушении пожаров высотных зданий позволяя обеспечивать спасание людей с крыши, быстрый подъем и доставку пожарных, пожарно-технического вооружения и ОТВ. Преимущества и эффективность этого способа невозможно переоценить.

Ежегодно появляются перспективные инновационные решения для использования вертолетов и беспилотных аппаратов наши соотечественники являются одними из лидеров в этой сфере. Ниже приведен ряд этих изобретений:

- Патент РФ 2248916. Вертолет для борьбы с пожарами / Ю.А. Лебедев, И.А. Лепешинский, И.А. Орестов, С.В. Михеев, В.А. Касьянников, В.В. Головин. Заявитель и патентообладатель: ОАО «Камов». Опубликовано 27.03.2005г. [71]

- Патент РФ 2683384. Авиационные системы пожаротушения / В.М. Бакшеев. Опубликовано 28.03.2019г. [73]

- Патент РФ 2240960. Вертолетная телескопическая установка тушения пожара / С.В. Толстомятов, А.С. Копейчик, Ги Сен Рю. Заявитель и патентообладатель: ФГУП Кумертауское авиационное производственное предприятие. Опубликовано 27.11.2004г. [69].

- Патент РФ 2506101. Спасательная машина для эвакуации людей с высотных зданий / М.В. Гомонай, А.С. Хмелев. Заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВПО «Академия гражданской защиты

Министерства РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий». Опубликовано 10.02.2014г. [72].

- Патент РФ 2240960. Вертолетная телескопическая установка тушения пожара / С.В. Толстопятов, А.С. Копейчик, Ги Сен Рю. Заявитель и патентообладатель: ФГУП Кумертауское авиационное производственное предприятие. Опубликовано 27.11.2004 г. [70].

Ещё более важным направлением является практическая отработка пожаротушения.

На сегодняшний день лучшей практической отработкой системного подхода по применению различных способов пожаротушения являются экспериментальные научно-технические учения, проведенные в сентябре 2021г. в башне «Neva Towers» по адресу: г. Москва, 1-й Красногвардейский проезд, 22с1. В рамках учений была опробована подача огнетушащей воздушнонаполненной пены от установки SKY CAFS на высоту 345 метров и экспериментальное определение максимальной высоты подачи ствола системы пожаротушения с гидроабразивной резкой "Кобра" с учетом ее эффективной работы на этой высоте. «Основной целью эксперимента являлась оценка возможности подачи огнетушащих составов и определение временных параметров разворачивания пожарно-спасательных подразделений на крыше здания высотой в 345 м тремя способами с использованием:

- контейнерного оборудования для высотного пожаротушения;
- компрессионной пены;
- водяного пожаротушения высокого давления с использованием установки гидроабразивной резки «Кобра». В учениях приняли участие сотрудники и работники ГУ МЧС России по г. Москве, Департамента ГОЧС и ПБ по г. Москве и Академии ГПС МЧС России» [2].

В рамках не только теоретических рассуждений, а и практическом применении новейших перспективных средств тушения пожаров в высотных зданиях выявлен ряд преимуществ и положительных фактов их применения.

«1) Для контейнерного оборудования для высотного пожаротушения

Наличие мобильных модулей с комплектом пожарных напорных рукавов и мотопомпой обеспечивает их быстрое перемещение и доставку на различные этажи с помощью пожарных лифтов, где происходит их дальнейшее развертывание.

2) Для компрессионной пены

- возможность свободного маневрирования ствольщика при тушении пожара из-за низкого веса рукавной линии с компрессионной пеной;
- относительно меньшая масса рукавной линии по сравнению с подачей водных растворов пенообразователя;
- возможность подачи на высоту до 350 м. по магистральным рукавным линиям.

3) Для водяного пожаротушения высокого давления с использованием установки гидроабразивной резки «Кобра»:

- наличие возможности и сохранение эффективности применения установки «Кобра» на высоте до 350 м.» [2].

Результаты и выводы по проведенному эксперименту выглядят оптимистично, при этом не рассмотрен ряд вопросов, имеющих неотъемлемые ключевые значения при организации тушения пожаров в высотных зданиях, в частности:

- Время прибытия и возможность расстановки сил и средств;
- Увеличение площади пожара за время боевого развертывания (от начала развертывания до пуска пены 58 минут (основное время ушло на сам сбор схемы по этажам)).
- Необходимость проведения эвакуации людей, не успевших и не могущих эвакуироваться самостоятельно.

Положительным факторами и итогами проведения учений было:

- Не включение в исследование подъемников с выдвижными механизмами, вертолетов и беспилотных летательных аппаратов поскольку несмотря на все их неоспоримые преимущества при тушении высотных зданий, недопустимо достоверно полагаться на возможность их применения как минимум из-за внешних обстоятельств (метеоусловий).

- Объективная возможность определения по эмпирической зависимости времени боевого развертывания, в случае отсутствия или неработоспособности пожарных лифтов.

- Приход к выводу «о необходимости проведения более детальных исследований технических и гидродинамических характеристик насосно-рукавных систем и средств подачи с целью формирования рекомендаций для предварительного планирования сил и средств» [2].

- Приход к выводу «о необходимости по расчету необходимого времени на боевое развертывание систем подачи огнетушащих веществ рассмотреть необходимость монтажа систем сухотрубов для подключения мобильных установок пожаротушения, и размещение на этажах системы катушек со шлангами высокого давления для гидроабразивной смеси» [2].

На сегодняшний день экспериментально доказана эффективность новых технологий пожаротушения, по сравнению с «традиционными» методами подачи огнетушащих веществ.

Предварительное планирование действий пожарно-спасательных подразделений на конкретном объекте является ключевым шагом для эффективного тушения пожаров. Анализ возможных способов эвакуации людей, выбор оптимальных маршрутов подъезда и установки высотных механизмов, а также оценка имеющихся средств защиты и пожаротушения в здании – все это имеет решающее значение для успешного результата борьбы с огнем.

2.2 Описание и возможность внедрения методов и средств повышения пожаробезопасности высотных зданий

Учитывая уникальность каждого высотного здания, рассмотрим методы и средства повышения пожаробезопасности непосредственно на примере Объекта исследования.

Предусматривается строительство высотного комплекса общественно-жилого назначения со встроенно-пристроенными по адресу: г. Москва, Юго-Западный административный округ, ул. Обручева, вл.23.

Комплекс представляет собой ансамбль из трех тридцати-четырёхэтажных жилых корпусов на стилобате, в стилобатные части встроены помещения общественного назначения с индивидуальными входными группами, весь комплекс объединен общей трехуровневой встроенной подземной автостоянкой. Двор представляет собой эксплуатируемую кровлю встроенной подземной автостоянки и встроенных в нее помещениями общественного (офисного) назначения с различным уровнем земли в соответствии с концепцией благоустройства.

Основные параметры корпусов:

- корпус №1 - габаритные размеры надземной части здания— 48,15м х 23,40м; высота первого этажа 5,85 м (в чистоте 5,55м); высота 2-34 этажей 3,3-4,1м; максимальная высота корпуса 119,950м.

- корпус №2 - габаритные размеры надземной части здания— 48,45м х 23,40м; высота первого этажа 5,85 м (в чистоте 5,55м); высота 2-34 этажей 3,3-4,1м; максимальная высота корпуса 119,950м.

- корпус №3 - габаритные размеры надземной части здания— 48,55м х 23,40м; высота первого этажа 5,85 м (в чистоте 5,55м); высота 2-34 этажей 3,3-4,1м; максимальная высота корпуса 119,950м.

Зона встроенной подземной автостоянки - представляет из себя три подземных уровня, объединяющих три корпуса в единый ансамбль.

Класс конструктивной пожарной опасности Объекта исследования С0.

Технические решения, принятые при разработке проектной документации разработаны в соответствии с требованиями пожарной безопасности, при этом для внедрения новаторских и инновационных методов средств повышения пожаробезопасности к конкретному объекту капитального строительства требуется разработка СТУ в соответствии с Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства

Российской Федерации от 30 ноября 2020 года N 734/пр «Об утверждении Порядка разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства» [62].

Проектирование Объекта исследования ведётся на основании требований к строительству на дату выдачи представленного для получения разрешения на строительство градостроительного плана земельного участка от 03.05.2020г. в соответствии с статьей 52 ГК РФ [29].

Несмотря, на то, что к этому времени вступили в действие все новые своды правил в области высотного строительства, ввиду формы, конфигурации и высоты Объекта исследования потребовалась разработка дополнительных технических решений повышения пожарной безопасности Объекта исследования ввиду отсутствия нормативных требований, представленных в таблице 3.

Таблица 3 Перечень инновационных технических решений повышения пожарной безопасности Объекта исследования

Наименование дополнительного технического решения	Назначение дополнительного технического решения и вариант его внедрения
Решения по повышению пределов огнестойкости строительных конструкций и пожарных отсеков.	Определения необходимого предела огнестойкости конкретного объекта путём проведения статических и динамических расчетов. Внедрение технических решений предусмотрено в рамках разработки и согласования СТУ.
Разделение Объекта исследования по функциональному классу и деление на пожарные отсеки	Обеспечение нераспространения пожара за границы пожарных отсеков в течение всей продолжительности пожара, обеспечения оптимальных технических характеристик инженерных систем в границах пожарных отсеков общепринятыми методами расчетов. Внедрение технических решений предусмотрено в рамках разработки и согласования СТУ.
Решения по повышению пределов огнестойкости строительных конструкций и пожарных отсеков.	Определения необходимого предела огнестойкости конкретного объекта путём проведения статических и динамических расчетов. Внедрение технических решений предусмотрено в рамках разработки и согласования СТУ.
Разделение Объекта исследования по функциональному классу и деление на пожарные отсеки	Обеспечение нераспространения пожара за границы пожарных отсеков в течение всей продолжительности пожара, обеспечения оптимальных технических характеристик инженерных систем в границах пожарных отсеков общепринятыми методами расчетов. Внедрение технических решений предусмотрено в рамках разработки и согласования СТУ.

Продолжение таблицы 3

Наименование дополнительного технического решения	Назначение дополнительного технического решения и вариант его внедрения
Решения по определению проездов и подъездов для пожарной техники для высотных зданий	Обеспечение беспрепятственного подъезда и установки пожарных автомобилей на водоисточники, доступа пожарных подразделений с автолестниц или автоподъемников (ПППМ) в том числе на стилобатной части здания подтвержденных расчетами. Внедрение технических решений предусмотрено в рамках разработки и согласования СТУ.
Решения по наружному противопожарному водоснабжению в зданиях с количеством этажей более 25 и объёмом более 200 тыс.м	Обеспечение необходимых расходов воды на нужды наружного пожаротушения подтвержденных расчетом и тех условиями подключения. Внедрение технических решений предусмотрено в рамках разработки и согласования СТУ.
Решения по устройству сухотрубов для подключения мобильных установок пожаротушения	Обеспечения оперативного развертывания установок пожаротушения с использованием высокого давления и компрессионной пены. Внедрение технических решений предусмотрено в рамках разработки и согласования СТУ.
Проектирование жилых зданий высотой более 75 м с числом этажей более 25 в части проектирования внутреннего противопожарного водопровода	Обеспечение необходимых расходов воды на нужды внутреннего пожаротушения, обеспечивающего интенсивность орошения по первой группе помещений для Объекта с техническими характеристиками отсутствующими в нормативных правилах пожарной безопасности. Внедрение технических решений предусмотрено в рамках разработки и согласования СТУ.
Проектирование жилых зданий высотой более 50 м без устройства незадымляемых лестничных клеток типа Н1	Обеспечение безопасной эвакуации в принятой архитектурной концепции зданий без устройства незадымляемых лестничных клеток типа Н1 вариант которого не предусмотрен в нормативных требованиях. Внедрение технических решений предусмотрено в рамках разработки и согласования СТУ.
Проектирование жилых зданий высотой более 75 м с числом этажей более 25 в части проектирования системы оповещения и управления эвакуации при пожаре	Обеспечение необходимых для обеспечения оповещения и организации эвакуации СОУЭ для Объекта с техническими характеристиками отсутствующими в нормативных правилах пожарной безопасности. Внедрение технических решений предусмотрено в рамках разработки и согласования СТУ.
Проектирование междуэтажных поясов высотой менее 1,2 м.	Обеспечение современного облика архитектурных решений и увеличения обзора и естественной освещенности квартир без снижения пожарной безопасности Объекта исследования. Внедрение технических решений предусмотрено в рамках разработки и согласования СТУ.
Проектирование технического пространства	Обеспечение прокладки коммуникаций в защищенных от внешней среды пространствах, с разгрузкой мест общего пользования (коридоры и помещения) от прокладки в них большого количества необходимых для объекта коммуникаций без снижения пожарной безопасности и устойчивости Объекта исследования. Технические решения отсутствуют в нормативных правилах пожарной безопасности. Внедрение предусмотрено в рамках разработки и согласования СТУ.
Проектирование подземной автостоянки (в том числе с машиноместами не закреплёнными за индивидуальными владельцами) с превышением площади этажа в пределах пожарного отсека более 3000 м ² .	Обеспечение деления автостоянки под нужды автовладельцев, повышение функциональности и привлекательности для конечных пользователей Объекта исследования с техническими характеристиками отсутствующими в нормативных правилах пожарной безопасности. Внедрение технических решений предусмотрено в рамках разработки и согласования СТУ.
Устройство встроенных дизель-генераторных установок	Обеспечение электроснабжение систем противопожарной защиты по I особой категории надёжности для Объекта с техническими характеристиками отсутствующими в нормативных правилах пожарной безопасности. Внедрение технических решений предусмотрено в рамках разработки и согласования СТУ.

Продолжение таблицы 3

Наименование дополнительного технического решения	Назначение дополнительного технического решения и вариант его внедрения
Проектирование блоков кладовых жильцов в подземном этаже и на жилых этажах.	Снижении пожарной безопасности и повышение привлекательности для конечных пользователей Объекта исследования с техническими характеристиками отсутствующими в нормативных правилах пожарной безопасности. Внедрение технических решений предусмотрено в рамках разработки и согласования СТУ.

Остальные технические решения в строительстве приняты в и внедряются в соответствии с требованиями №123-ФЗ [117] и других действующих нормативных документов по пожарной безопасности. Методы и средства повышения пожаробезопасности высотных зданий в этих рамках представлены в таблице 4.

Таблица 4 Перечень дополнительных технических решений повышения пожарной безопасности Объекта исследования

Наименование дополнительного технического решения	Назначение дополнительного технического решения и вариант его внедрения
Внедрение инновационных сигнализаторов потока жидкости СПЖ.	Повышение надежности системы пожаротушения, снижении пожарной нагрузки в запотолочном пространстве, а также экономическая эффективность СПЗ. Внедрение технических решений предусмотрено при разработке рабочей документации в рамках технико-экономического обоснования строительства.
Внедрение автоматизации контроля и анализа состояния положения противопожарных дверей.	Повышении надежности противопожарной защиты Объекта исследования путем автоматизации контроля и анализа состояния открытого и закрытого положения противопожарных дверей. Внедрение технических решений предусмотрено при разработке рабочей документации в рамках технико-экономического обоснования строительства.
Внедрение автоматизации контроля пожарных кранов для систем ВПВ и сухотрубов.	Повышение надежности противопожарной защиты Объекта исследования, сокращения временных параметров разворачивания пожарно-спасательных подразделений и подачи огнетушащих веществ к месту пожара путем автоматизации контроля и анализа состояния открытого и закрытого положения кранов. Внедрение технических решений предусмотрено при разработке рабочей документации в рамках технико-экономического обоснования строительства.
Внедрение организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.	Повышение надежности всех элементов СПЗ за счет внедрения инновационных информационных технологий с целью снижения нагрузки на службы эксплуатации при повышении качества и взаимодействия при проведении ТОиР. Внедрение технических решений предусмотрено при разработке рабочей документации в рамках технико-экономического обоснования строительства.

Глава 3 Опытнo-экспериментальная апробация предлагаемых решений по повышению пожаробезопасности высотных зданий.

3.1. Технология (программа) внедрения методов и средств повышения пожаробезопасности высотных зданий. Результаты внедрения методов и средств организации тушения пожаров в высотных зданиях

3.1.1 Повышение пределов огнестойкости строительных конструкций и пожарных отсеков

Объект исследования предусматривается I степени огнестойкости с повышенными пределами основных несущих конструкций до R(EI) 180.

Для определения необходимого предела огнестойкости междуэтажных перекрытий в соответствии с ч. 6 статьи 15 №384-ФЗ [116], проведён расчёт прогрессирующего обрушения, подтверждающий сохранение общей устойчивости и геометрической неизменяемости здания при исключении междуэтажного перекрытия.

Статические и динамические расчеты выполнялись с использованием программно-вычислительного комплекса SCAD Office 21.1 (сертификат соответствия RA.RU.AB86.H01063 №0116954, лицензия №15392).

В расчетах рассмотрено два сценария связанные с обрушением участка перекрытия на нижележащее с учетом коэффициента динамичности 1,5.

Выполненные расчеты показали, что армирования, выбранного для эксплуатационной стадии, для нижележащего перекрытия достаточно для восприятия нагрузок при прогрессирующем обрушении. Нагрузки в вертикальных элементах не превышают 30% от нагрузок для стадии эксплуатации.

Результатом внедрения выбраны пределы огнестойкости основных несущих конструкций обеспечивающие пожарную безопасность зданий с момента начала пожара до выхода конструкции из строя.

3.1.2 Разделение Объекта исследования по функциональному классу и деление на пожарные отсеки

Объект исследования функционально разделен на зону общественного назначения, жилую зону и зону встроенной подземной автостоянки.

Зона общественного назначения – встроенные помещения общественного (офисного) назначения размещаются на первом этаже в объеме жилых корпусов, пристроенные зоне общего стилобата.

Помещения общественного (офисного) назначения разделены на три секции, условными границами которых являются деформационные швы встроенной подземной автостоянки.

Технические решения предусматривают разделение Объекта исследования на пожарные отсеки (на рисунке 16) в следующих границах:

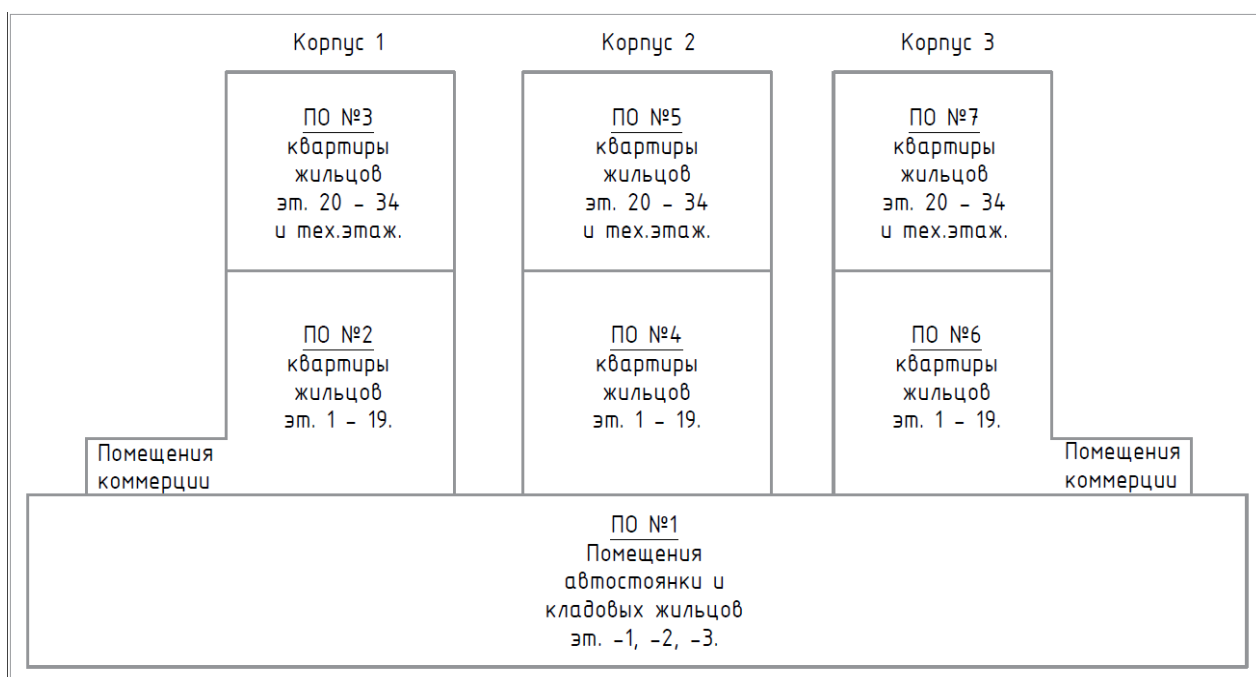


Рисунок 16 - Схема деления Объекта исследования на пожарные отсеки

1) ПО №1 – подземная автостоянка, размещаемая на первом – третьем подземных этажах с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 20000 м².

2) ПО №2 - ПО №3 – жилой корпус 1 с высотой пожарного отсека не более 75 м и с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 1700 м²;

3) ПО №4 - ПО №5 – жилой корпус 2 с высотой пожарного отсека не более 75 м и с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 1200 м²;

4) ПО №6 - ПО №7 – жилой корпус 3 с высотой пожарного отсека не более 75 м и с площадью этажа в пределах пожарного отсека не более 2200 м².

На первом этаже допускается размещение встроенных помещений общественного назначения класса функциональной пожарной опасности Ф 3.2 (кафе), Ф3.5 (салон красоты), Ф4.3 (офисные помещения), комплекс помещений Ф3.6 (физкультурно-оздоровительный комплекс).

3.1.3 Определение проездов и подъездов для пожарной техники

Подъезд пожарно-спасательных подразделений к объекту обеспечивается по существующим городским транспортным магистралям с твердым покрытием.

Подъезд к объекту запроектирован с улицы Архитектора Власова и пр.пр. 7518.

К каждому корпусу предусматривается подъезд шириной не менее 6 м с двух продольных сторон (в том числе не по всей длине). К пристроенным общественным помещениям первого этажа предусматривается подъезд шириной не менее 3,5 м, с одной стороны (приложение А).

«Для обеспечения беспрепятственной установки пожарных автомобилей на водоисточники и доступа пожарных подразделений с автолестниц или автоподъемников (ПППМ) в любое помещение или квартиру, находящиеся в нижнем пожарном отсеке в рабочей документации в соответствии с Методическими рекомендациями по устройству площадок для расстановки пожарной и специальной техники возле жилых домов и объектов города Москвы предусмотрено:

- Площадки для установки основной пожарной техники представляющие собой заасфальтированный участок улицы или пожарного проезда с размерами 10х4 метра.

- Оборудование площадок соответствующими табличками по периметру, размером 25 X 50 см., на которой на красном фоне наносится надпись белыми буквами «Площадка для пожарной техники, стоянка автотранспорта запрещена», а также дорожными знаками аналогичного содержания в соответствии с ГОСТ Р 52290-2004 [27].

- Внесение сведений о наличии площадок в документацию предварительного планирования действий пожарно-спасательных подразделений» [88].

Не предусматривается расположение в рабочих зонах ПППМ мачт освещения (за исключением запроектированных), рекламных растяжек и воздушных линий электропередач и связи, ограждений высотой более 1,5 м.

В соответствии с п. 8.1 СП 4.13130.2013 «На территории, расположенной между подъездом для пожарных автомобилей и Объектом не предусматривается размещение ограждений (за исключением ограждений для палисадников), воздушных линий электропередачи, не осуществлена рядовая посадка деревьев и не устроены иные конструкции, способные создать препятствия для работы пожарных автолестниц и автоподъемников» [98].

Результатом внедрения определены проезды и подъезды для пожарной техники к Объекту исследования.

3.1.4 Наружное противопожарное водоснабжение в зданиях с количеством этажей более 25 и объёмом более 200 тыс. м³

В качестве дополнительных мероприятий на наружное пожаротушение Объекта исследования необходимо обеспечить расход воды не менее 110 л/с. что подтверждается расчетом. Технические условия подключения (технологического присоединения) Объекта, выданного АО «Мосводоканал» позволяют это выполнить. Пожарный резервуар не нужен.

В соответствии с п.8.8 СП 8.13130.2020 «пожарные гидранты предусматриваются вдоль автомобильных дорог на расстоянии не более 2,5 м от края проезжей части, но не ближе 5 м от стен здания. Также пожарные гидранты размещены на проезжей части» [96].

Продолжительность тушения пожара принимается не менее 3 часов согласно п.5.17 СП 8.13130.2020 [96].

Результатом внедрения приняты технические решения по наружному противопожарному водоснабжению обеспечивающие необходимые расход воды для тушения пожара и расстановка пожарных гидрантов на водопроводной сети обеспечивающая пожаротушение Объекта.

3.1.5 Сухотрубы для подключения мобильных установок пожаротушения

Для обеспечения оперативного развертывания установок пожаротушения предусмотрено оснащение Объекта исследования системами сухотрубов для подключения мобильных установок пожаротушения.

Сухотрубы на каждом этаже зданий размещаются в пожарных шкафах, каждый из которых укомплектован пожарным запорным клапаном DN 65, пожарным рукавом и ручным пожарным стволом, соединёнными между собой. Для контроля закрытого состояния пожарных кранов сухотруба краны оборудуются датчиками положения крана (ДППК). Каждый сухотруб одним концом выведен на фасад здания. Места выведенных наружу здания патрубков должны находиться в той части здания, к которой обеспечен подъезд не менее двух пожарных автомобилей.

В помещении насосной станции для подключения установки пожаротушения к передвижной пожарной технике предусмотрены трубопроводы номинальным диаметром не менее DN 80 с выведенными наружу на высоту $(1,35 \pm 0,15)$ м патрубками, оборудованными соединительными головками ГМ 80. Трубопроводы обеспечивают наибольший расчетный расход диктующей секции установки пожаротушения.

Снаружи помещения насосной станции соединительные головки размещены с расчетом подключения одновременно не менее двух пожарных автомобилей.

Результатом внедрения приняты технические решения по наружному противопожарному водоснабжению обеспечивающие необходимые расход воды для тушения пожара и расстановка пожарных гидрантов на водопроводной сети обеспечивающая пожаротушение Объекта.

Результатом внедрения приняты технические решения по обеспечению максимально быстрого способа доставки огнетушащих веществ к месту пожара.

3.1.6 Внутренний противопожарный водопровод для жилых зданий высотой более 75 м с числом этажей более 25

Расчетный расход воды на внутреннее пожаротушение подземной автостоянки предусмотрен не менее 2 струй с расходом по 5,2 л/с каждая.

В пожарных отсеках корпусов предусмотрен внутренний противопожарный водопровод с расчётным расходом воды 4 струи по 2,5 л/с каждая.

Результатом внедрения технических решений определены необходимые расходы воды на внутреннее пожаротушение с параметрами интенсивности орошения (приложение Б).

3.1.7 Жилые здания высотой более 50 м без устройства незадымляемых лестничных клеток типа Н1

Для обеспечения безопасной эвакуации с этажей в принятой архитектурной концепции зданий качестве компенсирующих мероприятий повышения пожарной безопасности Объекта исследования предусмотрен ряд технических решений:

- этажи корпусов дополнительно разделены на части, с площадью квартир на этаже каждой из частей не более 450 м², перегородками с пределом огнестойкости не менее EI 45 с заполнением проёмов дверями с пределом огнестойкости не менее EI 30;

- для эвакуации с жилых этажей взамен лестничных клеток типа Н1 предусмотрены лестничные клетки типа Н2 (с шириной марша не менее 1,2 м) с входом в них на каждом этаже через тамбур-шлюз 1-го типа с подпором воздуха при пожаре непосредственно из внеквартирного коридора.

В каждом корпусе предусмотрено две указанных лестничных клетки (по одной для каждой части корпуса). Указанные лестничные клетки обеспечены выходом непосредственно наружу (в том числе через горизонтальный участок лестничной клетки);

- каждая часть корпуса кроме эвакуационного обеспечивается аварийным выходом, ведущим в лестничную клетку, расположенную в смежной части данного корпуса через безопасную зону (лифтовой холл) и коридор.

Для разных частей одного корпуса предусмотрено наличие общей безопасной зоны в лифтовом холле.

Результатом внедрения определены технические решения для обеспечения безопасной эвакуации с этажей с компенсирующими мероприятиями повышения пожарной безопасности. Технические решения проверены расчётом риска показавшими положительные результаты обеспечения безопасности.

3.1.8 Системы оповещения и управления эвакуации при пожаре для жилых зданий высотой более 75 м с числом этажей более 25

СОУЭ выполнена по блочной структуре с обеспечением работы блоков в автономном режиме в пределах каждого пожарного отсека не ниже 4-го типа.

В подземной парковке на каждом этаже, а также в пожаробезопасных зонах комплекса предусматривается установка вызывных панелей системы обратной связи зон оповещения с дежурным персоналом ЦПУ СПЗ.

Сопряжение СОУЭ с региональной автоматизированной системой централизованного оповещения «РАСЦО» осуществляется в помещении ЦПУ СПЗ на основании и в соответствии с техническими условиями.

Результатом внедрения технических решений определен необходимый тип и состав СОУЭ для обеспечения оповещения о пожаре и управления эвакуацией.

3.1.9 Междуэтажные пояса высотой менее 1,2 м.

С целью создания современного облика архитектурных решений и увеличения обзора и естественной освещенности квартир возникла необходимость применения междуэтажных поясов высотой менее 1,2 м.

Результатом внедрения технических решений определены необходимые расходы воды на внутреннее пожаротушение с параметрами интенсивности орошения.

3.1. 10 Технические пространства

Для возможности прокладки коммуникаций в защищенном от внешней среды пространстве Объекта исследования предусмотрено устройство технического пространства.

Технические пространства оборудуются системами противопожарной защиты (СОУЭ не ниже 1-го типа и АПС).

Результатом внедрения технических решений определены необходимые расходы воды на внутреннее пожаротушение с параметрами интенсивности орошения.

3.1.11 Подземная автостоянка (в том числе с машиноместами не закреплёнными за индивидуальными владельцами) с превышением площади этажа в пределах пожарного отсека более 3000 м²

В местах автостоянки с механизированными устройствами расстановка оросителей предусмотрена с учетом орошения каждого яруса хранения автомобилей, при этом каждый автомобиль должен находиться в зоне действия оросителей, обеспечивающих орошение лобовых, боковых и крышных поверхностей каждого автомобиля на каждом ярусе механизированной автостоянки с расчетной интенсивностью подачи воды.

3.1.12 Дизель-генераторная установка

Электроснабжение систем противопожарной защиты принято I особой категории надёжности. В качестве третьего источника электроснабжения предусмотрено использование ДГУ:

3.1.13 Блоки кладовых жильцов в подземном этаже и на этажах

Для снижения горючей нагрузки, захламления этажей дома и удобства проживания. Технические решения предусматривают обеспечение жильцов дома обособленными блоками кладовых.

Остальные технические решения в строительстве приняты в и внедряются в соответствии с требованиями №123-ФЗ [117] и других действующих нормативных документов по пожарной безопасности, что подтверждает обеспечение пожарной безопасности Объекта исследования и тушения пожаров в высотных зданиях.

3.1.14 Внедрение инновационных сигнализаторов потока жидкости СПЖ

Техническими решениями стадии «Проект» на АУПТ для определения места возгорания на каждом этаже и в каждой секции Объекта исследования предусмотрена установка СПЖ «Стрим» отечественного производителя ЗАО «ПО «Спецавтоматика», требующего обеспечения прибора источником постоянного тока в пределах от 9 до 30 В, и контролем состояния по интерфейсу RS-485.

Был подобран инновационный аналог СПЖ «ПОТОК» торговой марки «Динарм» отечественного производителя ООО «Аларм Групп» в котором лопасть сигнализатора, отклоняемая потоком воды, воздействует не на электронный, а на пневматический механизм с управляемой механической задержки для минимизации риска ложного срабатывания. Установленное значение задержки сбрасывается, если поток воды прекращается до момента истечения времени задержки. СПЖ имеет ряд преимуществ (таблица 5) приоритетными из которых являются:

- отсутствие необходимости обеспечения прибора источником питания;

- отсутствие необходимости обеспечения контроля состояния электротехнического устройства по интерфейсу RS-485.

- более гибкой возможностью установки времени задержки сигнала о срабатывании для минимизации риска позднего и ложного срабатывания.

Таблица 5 – сравнительная таблица СПЖ

Параметры сравнения	СПЖ «Стрим»	СПЖ «ПОТОК»
Время срабатывания СПЖ	не более 2 с.	не более 1 с.
Возможная установка времени задержки сигнала о срабатывании	0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 с.	0-160 с
Максимальное гидравлическое давление, МПа	1,6	2,1
Питание СПЖ	источник постоянного тока в пределах от 9 до 30 В.	-

СПЖ на объекте предусмотрено в количестве 224шт., что при установке СПЖ «Стрим» ЗАО «ПО «Спецавтоматика» потребовало бы произвести обвязку всего Объекта исследования дополнительными кабелями контроля состояния, слаботочного и высоковольтного питания, адресными блоками резервного питания с аккумуляторами из-за установки их в удалении от пожарного поста.

Результатом внедрения технических решений произведена замена технического устройства с лучшими показателями по надежности и технико-экономическими показателями.

3.1.15 Внедрение автоматизации контроля и анализа состояния положения противопожарных дверей

АПС Объекта исследования построена на базе оборудования марки "Рубеж" Россия с созданной на основе ЦПИУ Рубеж-АРМ централизованной системы комплексного мониторинга и управления пожарной защитой Объекта исследования.

В составе оборудования марки "Рубеж" имеются извещатели охранные магнитоуправляемые адресные ИО 10220-2, устанавливаемые в качестве

датчиков контроля положения противопожарных дверей. ИО 10220-2 используется как технологическое устройство в системе АПС, занимает в системе один адрес и позволяет обеспечить постоянный контроль состояния открытого и закрытого положения противопожарных дверей, не требуя дополнительной инженерной системы и обвязки здания линиями связи. Автоматизация и анализ контроля продолжительности открытого положения дверей обеспечивается ЦПИУ Рубеж-АРМ и внедренной универсальной платформой технического обслуживания систем противопожарной защиты NERPA EAM BOX, позволяющей без отвлечения внимания обслуживающего персонала разовыми открытиями и задержками открытого положения противопожарных дверей, указать на зоны, где двери продолжительно не закрываются из-за человеческого фактора (блокирование дверей), или выхода из строя устройств самозакрывания.

Результатом внедрения технических решений выполнена автоматизация контроля и анализа состояния открытого и закрытого положения противопожарных дверей необходимая для повышения условий обеспечения ограничения распространения пожара на Объекте исследования.

3.1.16 Внедрение автоматизации контроля пожарных кранов для систем ВПВ и сухотрубов

В дежурном режиме автоматический контроль состояния пожарных кранов ВПВ и сухотрубов производится датчиками положения пожарного крана (ДППК) передающими извещения выходом типа «сухой контакт» на адресные метки АМ-4 прот. R3 системы АПС. При открытии пожарного крана по сигналу от ДППК системой АПС фиксируется его адрес и расположение с выводом световой и звуковой информации на ЦПИУ Рубеж-АРМ пожарного поста и запуском заданного алгоритма взаимодействия с другими инженерными системами Объекта исследования.

Результатом внедрения технических решений выполнена автоматизация контроля и анализа состояния открытого и закрытого положения кранов

систем ВПВ и сухотрубов необходимых для повышения надежности противопожарной защиты Объекта исследования, сокращении временных параметров развертывания пожарно-спасательных подразделений и подачи огнетушащих веществ к месту пожара.

3.1.17 Внедрение автоматизации проведения организационно-технических мероприятий по ТОиР

BIM-технологии введены на стадии проектирования. Информационная модель (BIM) хранит и обеспечивает возможность поиска в себе всей заложенной в процессе проектирования и строительства документации об Объекте исследования. Централизованно накопленные данные по завершению строительства передаются в службу эксплуатации для ремонта, обслуживания и вывода объекта из эксплуатации.

Информационная модель (BIM) связана с универсальной платформой технического обслуживания систем противопожарной защиты NERPA EAM BOX Российской компании ООО «Новософт развитие» и обеспечивает автоматизацию указанных процессов от создания структуры произвольной сложности учёта и организации ТОиР отдельных узлов оборудования до управления выездным обслуживанием и ремонтом СПЗ. Работа с программой осуществляется через Web-интерфейс, в отказоустойчивой конфигурации, с использованием 2-х и дублирующих виртуальных машин, объединённых в кластер. Платформа позволяет проводить изменение конфигурации и работы по развёртыванию, наполнению и адаптации под нужды Объекта при возникновении необходимости.

Результатом внедрения технических решений выполнена автоматизация технического обслуживания СПЗ для повышения надежности СПЗ Объекта за счет предотвращения отказов, аварий и преждевременного износа, и повышения эффективности труда сервисного персонала.

3.1.18 Организационно-технические мероприятия

Организационно-техническими мероприятиями по обеспечению пожарной безопасности Объекта исследования предусматривается:

- Для обслуживания и ремонта систем противопожарной защиты инженерная служба и заключение договора со специализированной организацией, имеющей допуск к работам по обслуживанию СПЗ;
- Назначение лиц, которые по занимаемой должности или по характеру выполняемых работ будут обеспечивать их соблюдение правила пожарной безопасности в соответствии с действующим законодательством;
- При продаже или сдаче в аренду квартир, коммерческих помещений и кладовых в договорах купли-продажи (аренды) отражение ответственности:
 - за сохранность и обеспечение доступа к ним дежурных служб в случае необходимости обслуживания СПЗ.

3.2. Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов организации тушения пожаров в высотных зданиях.

3.2.1 Повышение пределов огнестойкости

Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов позволяют утверждать, что принятые технические решения по выбору повышенных пределов огнестойкости основных несущих конструкций до R(EI) 180 обеспечивает пожарную безопасность зданий с момента начала пожара до выхода конструкции из строя (до потери несущей способности, обрушения, достижения необратимых деформаций или до образования сквозных трещин), или прогрева до повышения температуры на противоположной от огня поверхности порядка 220 °С, выше которой возможно самовоспламенение органических материалов.

Армирование, выбранное для эксплуатационной стадии, для нижележащего перекрытия достаточно для восприятия нагрузок при прогрессирующем обрушении.

Расчеты конструкций выполнены в соответствии с существующими нормативно-техническими документами, общепринятыми методами расчетов, что обеспечивает достаточную несущую способность конструкций подземной и надземных частей, их общую устойчивость и геометрическую неизменяемость на статические нагрузки, согласно положений ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» [26]. Коэффициент использования несущей способности конструкций здания не превышает 1.

3.2.2 Разделение Объекта исследования по функциональному классу и деление на пожарные отсеки

Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов позволяют утверждать, что принятые технические решения по выбору разделения Объекта исследования по функциональному классу и деление на пожарные отсеки обеспечивают достаточную защиту, при этом также:

- определением высоты для ПО №1, ПО №2, ПО №4 и ПО №6 обеспечивается доступ пожарных высотой подъема имевшихся на вооружении пожарных автолестниц (от поверхности проезда для пожарных машин до нижней границы открывающегося проема).
- технические параметры инженерных систем высотного здания, такие как противоподымная защита, противопожарное водоснабжение, и т. д., обеспечивают требуемые технические характеристики при проектировании.

Расчеты разделения Объекта исследования по функциональному классу и деления на пожарные отсеки выполнены в соответствии с существующими нормативно-техническими документами, общепринятыми методами расчетов.

3.2.3 Решения по определению проездов и подъездов для пожарной техники

Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов позволяют утверждать, что принятые технические решения по определению проездов и подъездов для пожарной техники к объекту обеспечиваются. Конструкция дорожной одежды проездов (тротуаров, стилобатов и тому подобное) и места для пожарной техники рассчитана на нагрузку от пожарных автомобилей и определена расчетом, с учетом тактико-технических характеристик ПППМ.

Технические решения подтверждены расчётами, выполненными на стадии отчета о предварительном планировании действий пожарно-спасательных подразделений по тушению пожара и проведению аварийно-спасательных работ.

3.2.4 Решения по наружному противопожарному водоснабжению для тушения пожаров, в зданиях с количеством этажей более 25 и объёмом более 200 тыс. м³.

Технические решения подтверждены расчетами выполненными в соответствии с существующими нормативно-техническими документами, общепринятыми методами расчетов и техническими условиями подключения (технологического присоединения) Объекта исследования в общегородскую сеть, выданного АО «Мосводоканал».

3.2.5 Проектирование сухотрубов для подключения мобильных установок пожаротушения

Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов позволяют утверждать, что принятые технические решения по устройству сухотрубов для подключения мобильных установок пожаротушения отвечают современным технологиям повышения эффективности тушения пожаров в

высотных зданиях. Эффективность технических решений подтверждена модельными расчетами и экспериментальными исследованиями.

3.2.6 Проектирование жилых зданий высотой более 75 м с числом этажей более 25 в части проектирования внутреннего противопожарного водопровода

Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов позволяют утверждать, что принятые технические решения по определению необходимых расходов воды на внутреннее пожаротушение с параметрами интенсивности орошения. внутреннего противопожарного водопровода. определены достаточными для обеспечения пожаротушения Объекта исследования. Технические решения ранее апробированы на аналогичных объектах, с подтверждением модельными расчетами показателей ВПВ и эффективностью компенсирующих мероприятий.

3.2.7 Проектирование жилых зданий высотой более 50 м без устройства незадымляемых лестничных клеток типа Н1

Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов позволяют утверждать, что принятые технические решения по строительству жилых зданий высотой более 50 м без устройства незадымляемых лестничных клеток типа Н1 не отражаются на снижении пожарной безопасности Объекта исследования. Технические решения ранее апробированы на аналогичных объектах, с подтверждением модельными расчетами рисков и эффективностью компенсирующих мероприятий.

3.2.8 Проектирование жилых зданий высотой более 75 м с числом этажей более 25 в части проектирования системы оповещения и управления эвакуации при пожаре

Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов позволяют утверждать, что принятые технические решения по оснащению Объекта исследования СОУЭ 4-го типа обеспечивают оповещение о пожаре и

управление эвакуацией в достаточной для обеспечения пожарной безопасности мере. Технические решения ранее апробированы на аналогичных объектах, с подтверждением модельными расчетами эффективностью мероприятий.

3.2.9 Проектирование междуэтажных поясов высотой менее 1,2 м.

Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов позволяют утверждать, что принятые технические решения по устройству междуэтажных поясов высотой менее 1,2 м. не отражаются на снижении пожарной безопасности Объекта исследования. Технические решения ранее апробированы на аналогичных объектах, с подтверждением модельными расчетами порядка измерения расстояния, и применения компенсирующих мероприятий.

3.2.10 Проектирование технического пространства

Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов позволяют утверждать, что принятые технические решения по устройству технических пространств не отражаются на снижении пожарной безопасности и устойчивости Объекта исследования. Технические решения обеспечивают прокладку коммуникаций в защищенных от внешней среды пространствах, при этом разгружая места общего пользования (коридоры и помещения) от прокладки в них большого количества требующихся для объекта коммуникаций.

3.2.11 Проектирование подземной автостоянки с превышением площади этажа в пределах пожарного отсека более 3000 м².

Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов позволяют утверждать, что принятые технические решения по обеспечению деления автостоянки Объекта исследования под нужды автовладельцев, повышение функциональности и привлекательности для конечных пользователей не отражаются на снижении его пожарной безопасности и

устойчивости. Технические решения ранее апробированы на аналогичных объектах, с подтверждением модельными расчетами порядка применения компенсирующих мероприятий обеспечивающих пожарную безопасность объекта и пользователей кладовых.

3.2.12 Устройство встроенных дизель-генераторных установок

Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов позволяют утверждать, что принятые технические решения по обеспечению электроснабжения СПЗ Объекта исследования по I особой категории надёжности повышают надёжность СПЗ в условиях пожара, а размещение встроенной дизель-генераторной установки на Объекте не отражаются на снижении его пожарной безопасности и устойчивости. Технические решения ранее апробированы на аналогичных объектах, с подтверждением модельными расчетами эффективности применения электроснабжения СПЗ высотных зданий по I особой категории надёжности и компенсирующих мероприятий обеспечивающих пожарную безопасность объекта при применении ДГУ.

3.2.13 Проектирование блоков кладовых жильцов в подземном этаже и на 2 этаже Объекта исследования

Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов позволяют утверждать, что принятые технические решения по устройству блоков кладовых жильцов в подземном этаже и на 2 этаже Объекта исследования положительно отражается на снижении пожарной безопасности и повышении привлекательности для конечных пользователей. Технические решения ранее апробированы на аналогичных объектах, с подтверждением модельными расчетами порядка применения компенсирующих мероприятий обеспечивающих пожарную безопасность объекта и пользователей кладовых.

Остальные технические решения в строительстве приняты в и внедряются в соответствии с требованиями №123-ФЗ [117] и других

действующих нормативных документов по пожарной безопасности, что подтверждает обеспечение пожарной безопасности Объекта исследования и тушения пожаров в высотных зданиях.

3.2.14 Внедрение инновационных сигнализаторов потока жидкости.

Анализ и оценка эффективности внедрения инновационных технологий при построении инженерных систем в части замены на АСПТ сигнализаторов потока жидкости с электроснабжением на СБЖ не требующие этого показывают, что принятые технические решения положительно отражаются на повышении надежности системы пожаротушения, снижении пожарной нагрузки в запотолочном пространстве, а также экономической эффективности СПЗ.

3.2.15 Внедрение автоматизации контроля и анализа состояния положения противопожарных дверей

Анализ и оценка эффективности внедрения инновационных технологий при построении инженерных систем в части расширения параметров автоматизации контроля и анализа состояния открытого и закрытого положения противопожарных дверей положительно отражаются на повышении надежности противопожарной защиты Объекта исследования.

3.2.16 Внедрение автоматизации контроля пожарных кранов для систем ВПВ и сухотрубов

Анализ и оценка эффективности внедрения инновационных технологий при построении систем ВПВ и сухотрубов в части расширения параметров автоматизации контроля и анализа состояния открытого и закрытого положения кранов положительно отражаются на повышении надежности противопожарной защиты Объекта исследования, сокращении временных параметров разворачивания пожарно-спасательных подразделений и подачи огнетушащих веществ к месту пожара.

3.2.17 Внедрение организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Анализ и оценка эффективности внедрения инновационных информационных технологий в организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности в части внедрения методов BIM-моделирования и системы ЕАМ управления положительно отражаются на повышении надежности всех элементов СПЗ, снижении нагрузки на службы эксплуатации при повышении качества и взаимодействия при проведении ТОиР, и как следствие экономической эффективности СПЗ. Организационно-техническими мероприятиями по обеспечению пожарной безопасности учтены все проблемные направления для обеспечения эксплуатации, взаимодействия с собственниками и арендаторами и проведения успешного тушения пожаров и проведения АСР.

Объект исследования на основании анализа и оценки эффективности внедрения предлагаемых методов отвечает требованиям статьи 6 Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ [117] и в значительной мере закрывает проблемы и риски для обеспечения пожарной безопасности высотных зданий в том числе в организации тушения пожаров.

Расчет пожарных рисков угрозы жизни и здоровью людей для Объекта исследования показали, что на Объекте обеспечивается безопасная эвакуация людей при принятых проектных решениях. Опасные факторы пожара не угрожают жизни людей при существующих объёмно-планировочных и конструктивных решениях.

- Вероятность эвакуации людей составляет $P_{\text{э}} = 0,999$;

- Индивидуальный пожарный риск не превышает значения, установленного ФЗ №123 ($Q_{\frac{H}{B}} = 10^{-6}$):

$$Q_B = 0,52 \cdot 10^{-6} < Q_{\frac{H}{B}} = 10^{-6} \text{ - для помещений автостоянки;} \quad (2)$$

$$Q_B = 0,52 \cdot 10^{-6} < Q_{\frac{H}{B}} = 10^{-6} - \text{для подсобных помещений}; \quad (3)$$

$$Q_B = 0,84 \cdot 10^{-6} < Q_{\frac{H}{B}} = 10^{-6} - \text{для жилых помещений}. \quad (4)$$

Отчет о предварительном планировании действий пожарно-спасательных подразделений по тушению пожара и проведению аварийно-спасательных работ позволяют сделать заключение, что принятые технические решения на Объекте исследования позволяют пожарно-спасательным подразделениям выполнять основные задачи при тушении пожаров, как с использованием основных путей эвакуации, так и с применением технических средств.

Оценка экономической эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

В рамках работы необходимо выполнить оценку экономической эффективности предлагаемых мероприятий для объекта исследования – устройство сухотрубов.

Увеличивать затраты на пожарную безопасность целесообразно до тех пор, пока ожидаемый ущерб от пожаров превышает затраты на обеспечение пожарной безопасности.

Используя выводы по результатам практической отработкой системного подхода по применению различных способов пожаротушения являются экспериментальные научно-технические учения, проведенные в сентябре 2021г. в башне «Neva Towers»: г. Москва, 1-й Красногвардейский проезд, 22с1 [2], выявлена необходимость устройств сухотрубов для подачи огнетушащих веществ на этажи здания с целью сокращения времени боевого развертывания пожарных.

В течение периода эксплуатации в проектируемом высотном здании (на объекте исследования) с определенной вероятностью возможны загорания и пожары. Их развитие обусловлено как закономерными, так и случайными факторами и может прогнозироваться с учетом имеющихся сведений о

пожарной опасности объекта и средствах, направленных на его противопожарную защиту.

Часть загораний ликвидируется с помощью первичных и автоматических средств пожаротушения. Пожары, которые не потушены из-за их отсутствия, недостаточной эффективности или позднего обнаружения, развиваются и тушатся подразделениями пожарной охраны.

В случае пожара на верхних этажах высотного здания, пожар развивается на большие площади из-за длительного боевого развертывания пожарных подразделений.

С учетом вероятности каждого из перечисленных вариантов развития пожара, могут быть построены сценарии пожаров и рассчитаны вероятностные годовые потери на объекте.

Предварительно составлены сметы и план финансового обеспечения на устройство сухотрубов в таблицах 6 - 7.

Таблица 6 - Смета расходов на материалы

Наименование	Единица измерения	Количество по спецификации	Цена, руб. за единицу	Общая стоимость, руб.
Труба стальная электросварная прямошовная 89х2,8 (Ду80)	м.	630	670	422 100
Отвод изогнутый Ду80	шт	34	490	16 660
Клапан пожарный чугунный Ду80 (муфта-цапка)	шт	111	2620	290 820
головка муфтовая ГМ80	шт	114	250	28 500
Затвор дисковый с 2-я концевыми выключателями, Ду80, Ру 1,6 МПа	шт	3	4600	13 800
Датчик положения пожарного крана ДППК-27	шт	111	810	89 910
Заглушка стальная приварная Ду80	шт	3	290	870
Грунтовка ГФ-021	кг	30	250	7 500
Краска ПФ-115	кг	60	350	21 000
ИТОГО				891 160

Таблица 7 - Смета расходов на мероприятие

Наименование позиции	Сумма, руб.
Стоимость оборудования, руб.	891 160
Стоимость проектирования, руб.	30 000
Стоимость монтажных и пусконаладочных работ, руб.	740 284
Итоговая стоимость оснащения, руб.	1 661 444

Рассмотрим следующие варианты.

- 1) Объект исследования строится без устройства сухотрубов.
- 2) На объекте исследования обустраивается сухотруб.

В таблице 8 приведены исходные данные для расчета показателей эффективности мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Расчет выполнен согласно методики МДС 21-3.2001 [52].

Таблица 8 – Исходные данные для расчета показателей эффективности мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Наименование показателя	Ед. измер.	Усл. обоз.	Сценарий 1
Площадь объекта	м2	F	88 095,00
Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов	Руб/м2	Ст	3 000
Стоимость поврежденных частей здания	руб/м2	Ск	7 000
Вероятность возникновения пожара	1/м2 в год	J	0,026
Площадь пожара на время тушения первичными средствами	м2	F _{пож}	1700
Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения	м2	F*пож	1700
Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения	м2	F'' _{пож}	88 095,00
Вероятность тушения пожара первичными средствами	-	p1	0,79
Вероятность тушения пожара привозными средствами	-	p2	0,85
Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения	-	p3	0,86
Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами	-	-	0,52

Продолжение таблицы 8

Наименование показателя	Ед. измер.	Усл. обоз.	Сценарий 1	
Коэффициент, учитывающий косвенные потери	-	к	1,75	
Линейная скорость распространения горения по поверхности	м/мин	вл	1,3	
Время свободного горения	мин	Всвг	120	
Стоимость устройства сухотруба	Руб.	К	0	1 661 444
Норма текущего ремонта	%	Нт.р.	0	0,005
Норма амортизационных отчислений	%	На	0	0,1
Численность работников обслуживающего персонала	чел.	Ч	0	1
Заработная плата 1 работника	руб/мес	ЗПЛ	0	85 000
Суммарный годовой расход огнетушащего вещества	т	W	0	0
Оптовая цена огнетушащего вещества	Руб./т	Ц	0	0
Коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов	-	ктзср	0	1,1
Норма дисконта		НД	0	0,1
Период реализации мероприятия	лет	Т	0	20

Формулы для расчета

«Рассчитать годовые материальные потери от пожара при наличии первичных средств пожаротушения $M(P1)$:

$$M(P1) = M(P_1) + M(P_2) + M(P_3), \quad (5)$$

где $M(P_1)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения, руб.;

$M(P_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения, руб.;

$M(P_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения, руб.» [52].

$$M(P1) = 25\,377\,834\,982,50 + 134\,033\,150\,591,92 + 52\,438\,694\,723,42 = 211\,849\,680\,297,84 \text{ руб} \quad (6)$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения:

$$M(P_1) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot p_1, \quad (7)$$

где J – вероятность возникновения пожара, 1м^2 в год;

F – площадь объекта, м^2 ;

C_T – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./ м^2 ;

$F_{\text{пож}}$ – площадь пожара на время тушения первичными средствами, м^2 ;

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери.» [52].

$$\begin{aligned} M(P_1) &= 0,026 \cdot 88\,095,00 \cdot 3000 \cdot 1700 \cdot (1 + 1,75) \cdot 0,79 = \\ &= 25\,377\,834\,982,50 \text{ руб} \end{aligned} \quad (8)$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения:

$$M(P_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2, \quad (9)$$

где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

0,52 – коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами;

C_K – стоимость поврежденных частей здания, руб./ м^2 ;

$F'_{\text{пож}}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами, м^2 » [52].

$$\begin{aligned} M(P_2) &= 0,026 \cdot 88\,095,00 \cdot (3000 \cdot 76\,415,04 + 7000) \cdot 0,52 \cdot (1 + 1,75) \times \\ &\times (1 - 0,79) \cdot 0,85 = 134\,033\,150\,591,92 \text{ руб} \end{aligned} \quad (10)$$

«Площадь пожара за время тушения привозными средствами:

$$F'_{\text{пож}} = \pi \times (v_{\text{л}} \cdot B_{\text{свг}} r)^2 \quad (11)$$

где $v_{\text{л}}$ – линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин;

$B_{\text{свг}}$ – время свободного горения, мин.

π – число Пи (3,14)» [52].

$$F'_{\text{пож}} = 3,14 \times (1,3 \cdot 40)^2 = 8\,490,56 \text{ м}^2, \quad (12)$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения:

$$M(P_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2], \quad (13)$$

где $F''_{\text{пож}}$ – площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения, м^2 » [52].

$$M(P_3) = 0,026 \cdot 88\,095,00 \cdot (3000 \cdot 88\,095,00 + 7000) \cdot (1 + 1,75) \times \\ \times (1 - 0,79 - (1 - 0,79) \cdot 0,85) = 52\,438\,694\,723,42 \text{ руб.}$$

«Рассчитать годовые материальные потери от пожара при оборудовании объекта средствами автоматического пожаротушения $M(P_2)$:

$$M(P_2) = M(P_1) + M(P_2) + M(P_3) + M(P_4), \quad (14)$$

где $M(P_1)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения, руб.;

$M(P_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения, руб.;

$M(P_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения, руб.;

$M(P_4)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения, руб.» [52].

$$M(P_2) = 25\,377\,834\,982,50 + 5\,801\,565\,820,05 + 2\,085\,469\,418,84 + \\ + 7\,341\,417\,261,28 = 52\,438\,694\,723,42 \text{ руб.} \quad (15)$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения (смотрите формулу 2).

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения:

$$M(P_2) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}}^* \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_3, \quad (16)$$

где $F_{\text{пож}}^*$ – площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения, м^2 ;

p_3 – вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [52].

$$M(P_2) = 0,026 \cdot 88\,095,00 \cdot 3000 \cdot 88\,095,00 \cdot (1 + 1,75) \cdot (1 - 0,79) \times \\ \times 0,86 = 5\,801\,565\,820,05 \text{ руб.} \quad (17)$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения:

$$M(P_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3] \cdot p_2 \\ (18) \gg [52].$$

$$M(P_3) = 0,026 \cdot 88\,095,00 \cdot (3000 \cdot 8\,490,56 + 7000) \cdot 0,52 \cdot (1 + 1,75) \times \\ \times (1 - 0,79 - (1 - 0,79) \cdot 0,86) \cdot 0,85 = 2\,085\,469\,418,84 \text{ руб.}, \quad (19)$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения:

$$M(P_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot \{1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3 - \\ - [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\}. \quad (20) \gg [52].$$

$$M(P_4) = 0,026 \cdot 88\,095,00 \cdot (3000 \cdot 88\,095,00 + 7000) \cdot (1 + 1,75) \times \\ \times (1 - 0,79 - (1 - 0,79) \cdot 0,86 - (1 - 0,79 - (1 - 0,79) \cdot 0,86) \times \\ \times 0,85 = 7\,341\,417\,261,28 \text{ руб.}, \quad (21)$$

«Рассчитать эксплуатационные расходы P на содержание автоматических систем пожаротушения:

$$P = A + C, \quad (22)$$

где A – затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения, руб./год;

C – текущие затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт и др.), руб./год» [52].

$$P = 1\,661,44 + 1\,020\,083,07 = 1\,021\,744,52 \text{ руб.}, \quad (23)$$

«Текущие затраты:

$$C_2 = C_{\text{т.р.}} + C_{\text{с.о.п.}} + C_{\text{о.в.}}, \quad (24)$$

где $C_{\text{т.р.}}$ – затраты на текущий ремонт;

$C_{\text{с.о.п.}}$ – затраты на оплату труда обслуживающего персонала;

$C_{\text{о.в.}}$ – затраты на огнетушащее вещество» [52].

$$C_2 = 83,07 + 1\,020\,000,00 + 0 = 1\,020\,083,07 \text{ руб.}, \quad (25)$$

«Затраты на текущий ремонт:

$$C_{\text{т.р.}} = \frac{K_2 \cdot H_{\text{т.р.}}}{100 \%}, \quad (26)$$

где K_2 – капитальные затраты на приобретение, установку автоматических средств тушения пожара, руб.;

$H_{\text{т.р.}}$ – норма текущего ремонта, %» [52].

$$C_{\text{т.р.}} = \frac{1\,661\,444 \cdot 0,005}{100 \%} = 83,07 \text{ руб.}, \quad (27)$$

«Затраты на оплату труда обслуживающего персонала:

$$C_{\text{с.о.п.}} = 12 \cdot Ч \cdot ЗПЛ, \quad (28)$$

где Ч – численность работников обслуживающего персонала, чел.;

ЗПЛ – заработная плата 1 работника, руб./мес.» [52].

$$C_{\text{с.о.п.}} = 12 \cdot 1 \cdot 85\,000 = 1\,020\,000 \text{ руб.}, \quad (29)$$

«Затраты на огнетушащее вещество

$$C_{\text{о.в.}} = W \cdot Ц \cdot k_{\text{т.з.с.р.}}, \quad (30)$$

где W – суммарный годовой расход огнетушащего вещества;

Ц – оптовая цена единицы огнетушащего вещества, руб./т;

$K_{\text{т.з.с.р.}}$ – коэффициент «транспортно-заготовительно-складских расходов» [52].

$$C_{\text{о.в.}} = 0 \cdot 0 \cdot 1,1 = 0 \text{ руб.}, \quad (31)$$

«Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%}, \quad (32)$$

где K_2 – капитальные затраты на приобретение, установку автоматических средств тушения пожара, руб.;

H_a – норма амортизации, %» [52].

$$A = \frac{1\,661\,444 \cdot 0,1}{100\%} = 1\,661,44 \text{ руб.}, \quad (33)$$

«Рассчитать чистый дисконтированный поток доходов по каждому году проекта и занести данные в таблицу «Денежные потоки»:

$$И_t = ([M(\text{П1}) - M(\text{П2})] - [P_2 - P_1]) \cdot \frac{1}{(1+\text{НД})^t} - (K_2 - K_1), \quad (34)$$

где t – год осуществления затрат;

НД – постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал;

$M(\text{П1})$, $M(\text{П2})$ – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

K_1 , K_2 – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

P_1, P_2 – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t -м году, руб./год» [52].

$$I_1 = ([92\,712\,739\,840,52 - 40\,606\,287\,482,67] - [0,85 - 0,79]) \times \frac{1}{(1+0,1)^1} - (1\,021\,744,52 - 0) = 47\,365\,250\,396,85 \text{ руб...} \quad (35)$$

Таблица 9 – Денежные потоки

Год осущест- вления проекта , Т	$M(\Pi_1) - M(\Pi_2)$	$P_2 - P_1$	$1/(1 + НД)^t$	$[M(\Pi_1) - M(\Pi_2) - (P_2 - P_1)] * 1/(1 + НД)^t$	$K_2 - K_1$	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
1	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^1$	47 368 573 284,85	1 661 444	47 365 250 396,85
2	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^2$	43 062 339 349,86		43 062 339 349,86
3	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^3$	39 147 581 227,15		39 147 581 227,15
4	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^4$	35 588 710 206,50		35 588 710 206,50
5	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^5$	32 353 372 915,00		32 353 372 915,00
6	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^6$	29 412 157 195,45		29 412 157 195,45
7	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^7$	26 738 324 723,14		26 738 324 723,14
8	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^8$	24 307 567 930,12		24 307 567 930,12
9	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^9$	22 097 789 027,39		22 097 789 027,39
10	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^{10}$	20 088 899 115,81		20 088 899 115,81
11	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^{11}$	18 262 635 559,82		18 262 635 559,82
12	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^{12}$	16 602 395 963,48		16 602 395 963,48
13	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^{13}$	15 093 087 239,52		15 093 087 239,52
14	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^{14}$	13 720 988 399,57		13 720 988 399,57
15	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^{15}$	12 473 625 817,79		12 473 625 817,79
16	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^{16}$	11 339 659 834,35		11 339 659 834,35
17	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^{17}$	10 308 781 667,59		10 308 781 667,59
18	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^{18}$	9 371 619 697,81		9 371 619 697,81
19	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^{19}$	8 519 654 270,74		8 519 654 270,74
20	949 347,73	1 021 744,52	$1/(1 + НД)^{20}$	7 745 140 246,13		7 745 140 246,13

«Определить интегральный экономический эффект путем суммирования чистых дисконтированных потоков доходов по каждому году проекта из таблицы «Денежные потоки»:

$$И = \sum_{t=0}^T И_t, \quad (36)$$

где T – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

$И_t$ – чистый дисконтированный поток доходов на t -м году проекта» [52].

$$И = 443\,599\,580\,784,04 \text{ руб.}$$

Заключение

В диссертационной работе дано решение актуальной задачи поиска и применения перспективных направлений в определении и внедрении методов и средств повышения пожаробезопасности и тушения пожаров в высотных зданиях.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- проанализировать статистику причин развития пожаров в высотных зданиях;
- проанализировать имеющиеся проблемы и риски в обеспечении пожарной безопасности и тушении пожаров в высотных зданиях;
- выполнить анализ методов и средств повышения пожаробезопасности высотных зданий;
- описать методы и средства повышения пожаробезопасности высотных зданий и возможность их внедрения;
- выполнить опытно-экспериментальную апробацию предлагаемых решений на Объекте исследования;
- выполнить анализ и оценку эффективности внедрения предлагаемых решений.

Первая задача была решена в первой части первого раздела, посвященном анализу пожаров в высотных зданиях. В ходе анализа выявлена недостаточность собираемых сведений официальным статистическим учетом по пожарам и их последствиям, отражающаяся на динамике развития мероприятий по организации тушения пожаров. Исследованы данные из различных источников в сети Интернет, которые позволили проанализировать причины возникновения пожаров в высотных зданиях, сложности и риски в обеспечении их пожарной безопасности и способы их тушения. Это подтвердило первую часть гипотезы о факторах, влияющих на возникновение резонансных пожаров.

Вторая задача была решена во второй части первого раздела, посвященного анализу проблем и рисков в обеспечении пожарной безопасности и тушении пожаров в высотных зданиях.

В результате последовательного проведения анализа, проблем и рисков в организации и сохранении функциональных качеств инженерно-технических мероприятий по организации тушения пожаров, для всех жизненных стадиях высотных зданий, по каждой из них определен и обоснован перечень ошибок и расхождений способных свести на нет применение трудозатратных и дорогостоящих строительных конструкций и инженерных систем, необходимых для обеспечения организации тушения пожаров высотных зданий. В процессе выявлена прямая взаимосвязь между рассматриваемым вопросом и причинами развития пожаров в высотных зданиях, что напрямую относится к выдвинутой гипотезе.

Каждый из разделов имеет множество критических значений и перечень рассмотренных вопросов не исчерпан, что подтвердило необходимость ведения дальнейшей углубленной работы на уровне государства по систематизации ведения анализа пожаров в высотных зданиях, формирования перечня выявленных проблем и способов их решения для обеспечения пожарной безопасности высотных зданий.

Третья задача решена, путем выполненного исследования, по каждой из опасных зон проведен поиск и подбор требующих для их разрешения мер по исправлению и усовершенствованию, с объективно достижимыми результатами. Рассмотрен комплекс мероприятий, позволяющий снизить вероятность ошибок, переделок и недоработок, при этом повысить качество строительства высотных зданий, и условий их эксплуатации. Приведены перспективные инновационные решения для организации тушения пожаров. Проведенная работа подтвердила гипотезу исследования о перспективах в организации тушения пожаров в высотных зданиях.

Четвертая задача была рассмотрена во второй части второго раздела. В результате анализа методов и средств внедрения инновационных решений в

области повышения пожаробезопасности высотных зданий, осуществлен подбор актуальных для Объекта исследования технических решений.

При решении пятого вопроса определена целесообразность внедрения и внедрены инновационные и перспективные инженерно-технические решения, направленные на спасение людей и имущества от опасных факторов пожара, ликвидацию пожаров и проведение аварийно-спасательных работ для конкретного высотного здания – Объекта исследования.

Проведение анализа и оценки эффективности внедрения предлагаемых решений стало финальной задачей исследования. В работе был описан социальный эффект по каждому предложенному решению для объекта исследования.

Социальный эффект заключается в том, что в результате исследования были приняты оптимальные инженерно-технические мероприятия, которые совместно с оперативными мерами помогут спасти людей и имущество от пожаров, помогут ликвидировать пожары и проводить аварийно-спасательные работы.

В качестве экономического эффекта создание и использование принятых мероприятий также приведет к экономии средств, так как рассчитывается вероятность возникновения пожара и потерь от него до и после их реализации.

По результатам проведенных расчетов сделан вывод, о том, что срок окупаемости предложенных мероприятий составит менее одного года. Увеличение затрат на пожарную безопасность признано целесообразным поскольку ожидаемый ущерб от пожаров превышает затраты на обеспечение пожарной безопасности.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Аксенов С.Г., Синагатуллин Ф.К. Обеспечение первичных мер пожарной безопасности в муниципальных образованиях // Проблема обеспечения безопасности: Материалы II Международной научно-практической конференции. Уфа: РИК УГАТУ, 2020. С. 242-244.
2. Алешков М.В., Двоенко О.В., Гумиров А.С., Соковнин А.И., Серегин М.В., Семенюк И.О., Цариченко С.Г. Оценка возможности использования различных средств пожаротушения в высотных зданиях. // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2022;31(4):65-75. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vozmozhnosti-ispolzovaniya-razlichnyh-sredstv-pozharotusheniya-v-vysotnyh-zdaniyah> (дата обращения 21.02.24).
3. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 12 месяцев 2022 г. [Электронный ресурс]: Департамент надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России. URL: <https://xn--d1afzn.xn--p1ai/files/306/analiz-dnpr-2022.pdf> (дата обращения 21.02.24).
4. Башаричев А.В. Применение новых информационных технологий в решении задач управления тушением пожаров и проведением спасательных работ в зданиях повышенной этажности // диссертация кандидата технических наук: [Место защиты: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России]. — Санкт-Петербург, 2011. — С.173.
5. Большой пожар в Ульсане: горел многоквартирный дом. URL: <https://evgeny-shtefan.com/2020/10/09/%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%BE%D0%B9-%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B0%D1%80-%D0%B2-%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B5-%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BB-%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%BA%D0%B2/>. (дата обращения 21.02.24).
6. В Баку загорелось здание Trump Tower. URL: <https://ria.ru/20180428/1519609200.html>. (дата обращения 21.02.24).

7. В Гонконге загорелся 42-этажный строящийся небоскреб. URL: https://daily.afisha.ru/news/73536-v-gonkonge-zagorelsya-42-etazhnyy-stroyaschiysya-neboskreb/?es=puls&utm_test=x1. (дата обращения 21.02.24).

8. В Лас-Вегасе пятизвездочный отель превратился в факел. URL: <https://www.ntv.ru/novosti/1449456/>. (дата обращения 21.02.24).

9. В последние годы количество пожаров в небоскрёбах Дубая увеличилось. URL: <https://informburo.kz/novosti/vosem-slucaev-kogda-v-dubae-goreli-zilye-kompleksy>. (дата обращения 21.02.24).

10. В результате пожара в высотке в Мумбаи погиб пожарный, 20 ранены. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.18caf13e-6515dd66-dec52dcf-74722d776562/https://indianexpress.com/article/india/india-others/mumbai-fire-serious-lapses-made-by-builders-will-take-strict-action-says-mcgm/. (дата обращения 21.02.24).

11. В результате пожара в чикагском центре Джона Хэнкока пострадали 5 человек. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.83f2eb9c-65172efb-b5c22737-74722d776562/https://www.nytimes.com/2015/11/22/us/chicago-fire-john-hancock-center.html. (дата обращения 21.02.24).

12. В столице Ирана из-за пожара обрушилось высотное здание. URL: <https://asiaplustj.info/ru/news/world/20170119/v-stolitse-irana-iz-za-pozhara-obrushilos-visotnoe-zdanie> (дата обращения 21.02.24).

13. Взрыв Торре-Эжективы Pemex. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.b1c41d93-6515d4e0-71dfef86-74722d776562/https://en.wikipedia.org/wiki/Torre_Ejecutiva_Pemex_explosion. (дата обращения 21.02.24).

14. Владельцы квартир, участвующих в лакроссе, присудили компенсацию в размере 5,7 миллиона долларов за возгорание легковоспламеняющейся облицовки. URL: <https://www.abc.net.au/news/2019-02-28/lacrosse-apartment-owners-win-5.7-million-cladding-fire-damages/10857060>. (дата обращения 21.02.24).

15. Всемирный центр статистики пожаров CTIF. URL: <https://ctif.org/world-fire-statistics> (дата обращения 21.02.24).

16. Встроенные подземные автостоянки. Требования пожарной безопасности. выходы [Электронный ресурс]: СП 154.13130.2013 от 30

декабря 2020г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044284> (дата обращения 21.02.24).

17. Высотная башня загорелась в эмиратском городе Шарджа. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.98fa99de-65172fd4-03860bc5-74722d776562/https/www.thehindu.com/news/international/highrise-tower-catches-fire-in-emirati-city-of-sharjah/article7712577.ece. (дата обращения 21.02.24).

18. Высочайший небоскреб "Факел" в Дубае вспыхнул. URL: <https://www.mk.ru/incident/2015/02/21/vysochayshiy-neboskreb-fakel-v-dubae-vspykhnul-v-mgnovienie-oka.html>. (дата обращения 21.02.24).

19. Гвоздев Е.В., Ключев Е.А. Совершенствование мероприятий тушения пожаров в зданиях повышенной этажности // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты: научный журнал, 2016, – С.52-5

20. Гончаренко В.С., Чечетина Т.А., Сибирко В.И., Мартемьянов С.И., Надточий О.В., Полехин П.В., Козлов А.А., Чебуханов М.А. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году. // статист. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с. URL: <https://ptm01.ru/assets/images/biblioteka/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/2021/%D0%92%D0%9D%D0%98%D0%98%D0%9F%D0%9E/pozharyi-i-pozharnaya-bezopasnost-2021.pdf> (дата обращения 21.02.24).

21. Горящий московский небоскреб. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.918e7974-6515c9de-8482f9a8-74722d776562/https/www.cbc.ca/news/world/burning-moscow-skyscraper-doused-by-helicopters-1.1262732. (дата обращения 21.02.24).

22. ГОСТ 12.1.004-91. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.1.004-91. URL: https://rb.asu.ru/public/uploads/1496841423_GOST_12.1.004-91.pdf (дата обращения 21.02.23).

23. ГОСТ 12.4.026-2015 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний". [Электронный ресурс]:

ГОСТ 12.4.026-2015. URL: <https://www.svetoznak.ru/upload/docs/gost-12-4-026-2015.pdf> (дата обращения 21.02.24).

24. ГОСТ ISO 9000-2011 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. [Электронный ресурс]: Межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 9000-2011. URL: <https://rustestm.ru/wp-content/uploads/2021/10/gost-iso-9000-2011-sistemy-menedzhmenta-kachestva-osnovnye-polozheniya-i-slovar.pdf> (дата обращения 21.02.24).

25. ГОСТ Р 2.601-2019 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Эксплуатационные документы. [Электронный ресурс]: URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/708/70828.pdf?ysclid=ls0p8678pl798428636>. (дата обращения 21.02.24).

26. ГОСТ Р 2.601-2019 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения [Электронный ресурс]: ГОСТ 27751-2014 (Переиздание, с Изменением N 1). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200115736> (дата обращения 21.02.23).

27. ГОСТ Р 52290-2004 Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования. [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 52290-2004. URL: <http://ptkvesta.ru/wp-content/uploads/GOST-R-52290-2004-s-izmeneniyami.pdf> (дата обращения 21.02.24).

28. Градостроительный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: Гражданский кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 51-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/ (дата обращения 21.02.23).

29. Гражданский кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: Гражданский кодекс Российской Федерации от 21 октября 1994г. N 190-ФЗ (ред. от 25.12.2023) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения 21.02.23).

30. Двадцатипятиэтажный Банк Лиссабона был разрушен менее чем за 30 секунд. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.3827b094-6514523c-86ad2be7-74722d776562/https://www.ndtv.com/offbeat/video-bank-of-

lisbon-brought-down-in-one-of-worlds-biggest-demolitions-2138742? (дата обращения 21.02.24).

31. Дмитриев, А.С. Проблемы контроля качества работ в современном строительстве // Научно-исследовательские публикации. 2015. – No11 (31). – С. 78–83. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-kontrolya-kachestva-rabot-v-sovremennom-stroitelstve/viewer> (дата обращения 21.02.24).

32. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. выходы [Электронный ресурс]: СП 59.13330.2016 от 30 декабря 2020г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044284> (дата обращения 21.02.24).

33. Евдошенко О.И., и Карибов А.Ю. Анализ систем управления заявками и инцидентами // Научная работа. URL: <file:///pnfs/users/zinenko/Downloads/analiz-sistem-upravleniya-zayavkami-i-intsidentami.pdf> (дата обращения 21.02.24).

34. Здание Уилтона Паес де Алмейда: URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.e34fc0af-65144a95-4d56e0b1-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Wilton_Paes_de_Almeida_Building.

35. Здания и комплексы высотные. Правила градостроительного проектирования. [Электронный ресурс]: Свод правил СП 401.1325800.2018. URL: <https://docs.cntd.ru/document/552304876?section=text>. (дата обращения 21.02.24).

36. Здания и комплексы высотные. Правила проектирования [Электронный ресурс]: СП 267.1325800.2016 от 30 декабря 2020г. (с Изменением N 1). URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044284> (дата обращения 21.02.24).

37. Здания и комплексы высотные. Правила эксплуатации. [Электронный ресурс]: Свод правил СП 394.1325800.2018. URL: <https://docs.cntd.ru/document/552304868?section=status>. (дата обращения 21.02.24).

38. Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности», [Электронный ресурс]: Свод правил СП 477.1325800.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/552304868>. (дата обращения 21.02.24).

39. Зиненко А.В. Причины и последствия пожаров в высотных зданиях. Необходимость введения в единую государственную систему

статистического учета // Международный научный журнал "ВЕСТНИК НАУКИ": №6 (75) том 3. г. Тольятти, 2024 г., с.1863 – 1867. URL: <https://www.vestnik-nauki.com/volume/journal-6-75-3> (дата обращения 21.09.24).

40. Иванов В.А., Фещенко А.А. Особенности подходов к техническому обслуживанию и ремонту оборудования в непрерывном производстве // Пермский национальный исследовательский политехнический университет. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?edn=yghhit> (дата обращения 21.02.24).

41. Инженерные системы высотных зданий. [Электронный ресурс]: Свод правил СП 253.1325800.2016. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139948?section=status>. (дата обращения 21.02.24).

42. Казакова В.А., Терещенко А.С., Недвига Е.С. Пожарная безопасность высотных multifunctional зданий // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 3(18). С. 38-56. DOI: 10.18720/CUBS.18.4.

43. Карелин, В.Я. Кавитационные явления в центробежных и осевых насосах // 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 1975. - 335 с. : ил.; 22 см. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01006993672?ysclid=ls0o5bdywwz658165801>. (дата обращения 21.02.24).

44. Корольченко А.Я., Загорский Д.О. Категорирование помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности //. - М.: Изд-во «Пожнаука», 2010. - 118 с.

45. Котлер Ф., Бергер Р., Бикхофф Н. Стратегический менеджмент по Котлеру. Лучшие приемы и методы = The Quintessence of Strategic Management: What You Really Need to Know to Survive in Business.// — М.: Альпина Паблишер, 2012. — 144 с. — ISBN 978-5-9614-2213-9.

46. Красавин А. В., Карпов В. Л., Проблемы формирования нормативной базы высотного строительства в части обеспечения безопасной эвакуации при пожаре и техногенных авариях // научная статья по специальности «Строительство и архитектура» URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-formirovaniya-normativnoy-bazy->

vysotnogo-stroitelstva-v-chasti-obespecheniya-bezopasnoy-evakuatsii-pri-pozhare-i-tehnogennyh (дата обращения 21.02.24).

47. Красавин А.В., Карпов В.Л., Проблемы формирования нормативной базы высотного строительства в части обеспечения безопасной эвакуации при пожаре и техногенных авариях. // Текст научной статьи по специальности «Строительство и архитектура». URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemny-formirovaniya-normativnoy-bazy-vysotnogo-stroitelstva-v-chasti-obespecheniya-bezopasnoy-evakuatsii-pri-pozhare-i-tehnogennyh>. (дата обращения 21.02.24).

48. Крушение вертолета в Нью-Йорке в 2019 году. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.c2c28ba0-64e8bebd-18769ae1-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/2019_New_York_City_helicopter_crash#cite_note-8. (дата обращения 21.02.24).

49. Крюков К.М. Аль-Тулаихи М. Особенности проблематики качества проектирования и строительства высотных зданий // научная статья по специальности «Строительство и архитектура». URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-problematiki-kachestva-proektirovaniya-i-stroitelstva-vysotnyh-zdaniy> (дата обращения 21.02.24).

50. Левоненкова Т.А. Органы государственной власти и местного самоуправления в предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Журнал российского права. - 2015. - No1 (217). – С. 8 – 17.

51. Места дислокации подразделений пожарной охраны. Порядок и методика определения. выходы [Электронный ресурс]: СП 11.13130.2009 от 09 декабря 2010г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071155> (дата обращения 21.02.24).

52. Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий / МДС 21-3.2001 (Пособие к СНиПу 21-01-97*). URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/7e6/4294846964.pdf> (дата обращения 21.02.24).

53. Методические рекомендации по формам и методам работы по предупреждению пожаров в жилом секторе // ГУ МЧС России по республике коми. URL: <https://rukovodstvo.org/exspl/29710/index.html>. (дата обращения 21.02.24).

54. Названа причина пожара в «Москва-Сити». URL: <https://lenta.ru/news/2013/01/25/city/>. (дата обращения 21.02.24).

55. Небоскреб в Дубае горел как факел. [Электронный ресурс]: URL: <https://www.gazeta.ru/social/2017/08/04/10817617.shtml>. (дата обращения 21.02.24).

56. Новогодний фейерверк привел к крупному пожару в китайской гостинице. URL: <https://ria.ru/20110203/329710771.html>. (дата обращения 21.02.24).

57. О внесении изменений в Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию и признании утратившими силу отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации. [Электронный ресурс]: Постановлении Правительства Российской Федерации от 27.05.2022 № 963. URL: <http://static.government.ru/media/acts/files/1202205310025.pdf> (дата обращения 21.02.24).

58. О пожарной безопасности. [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 г. N 69-ФЗ (с изменениями на 29 декабря 2022 года). URL: <https://docs.cntd.ru/document/9028718> (дата обращения 21.02.24).

59. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_75048/ (дата обращения 21.02.24).

60. Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ. [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России № 444 (с изменениями на 28 февраля 2020 года). URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71746130/>.

61. Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах. [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 25 октября 2017 г. N 467 (с изменениями и дополнениями). URL: <https://docs.cntd.ru/document/542610976?section=text> (дата обращения 21.02.24).

62. Об утверждении Порядка разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства. [Электронный ресурс]: Приказ Минстроя России от 30 ноября 2020 г. № 734/пр. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573140186> (дата обращения 21.02.24).

63. Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 21 ноября 2008 г. N 714. (с изменениями на 17 ноября 2020 года). URL: <https://docs.cntd.ru/document/902133628?section=text> (дата обращения 21.02.24).

64. Об утверждении Правил использования средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения личным составом подразделений пожарной охраны. [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 27 июня 2022 г. N 640. URL: <https://base.garant.ru/404977659/> (дата обращения 21.02.24).

65. Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны [Электронный ресурс]: Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 881н от 11.12.2020 URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400020256/>.

66. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 N 1479 (ред. от 24.10.2022). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263/ (дата обращения 21.02.24).

67. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. выходы [Электронный ресурс]: СП 12.13130.2009 от 30 декабря 2020г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044284> (дата обращения 21.02.24).

68. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности. выходы [Электронный ресурс]: СП 7.13130.2013 от 30 декабря 2020г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044284> (дата обращения 21.02.23).

69. Патент РФ 2240960. Вертолетная телескопическая установка тушения пожара / С.В. Толстопятов, А.С. Копейчик, Ги Сен Рю. Заявитель и

патентообладатель: ФГУП Кумертауское авиационное производственное предприятие. Опубликовано 27.11.2004г. (дата обращения 21.02.24).

70. Патент РФ 2240960. Вертолетная телескопическая установка тушения пожара / С.В. Толстопятов, А.С. Копейчик, Ги Сен Рю. Заявитель и патентообладатель: ФГУП Кумертауское авиационное производственное предприятие. Опубликовано 27.11.2004. (дата обращения 21.02.24).

71. Патент РФ 2248916. Вертолет для борьбы с пожарами / Ю.А. Лебедев, И.А. Лепешинский, И.А. Орестов, С.В. Михеев, В.А. Касьянников, В.В. Головин. Заявитель и патентообладатель: ОАО «Камов». Опубликовано 27.03.2005г. (дата обращения 21.02.24).

72. Патент РФ 2506101. Спасательная машина для эвакуации людей с высотных зданий / М.В. Гомонай, А.С. Хмелев. Заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВПО «Академия гражданской защиты Министерства РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий». Опубликовано 10.02.2014г. (дата обращения 21.02.24).

73. Патент РФ 2683384. Авиационные системы пожаротушения / В.М. Бакшеев. Опубликовано 28.03.2019г. (дата обращения 21.02.24).

74. Патент США 5.135.055 Способ тушения пожаров в высотных зданиях при помощи вертолета / МКИ А 62 С 27/00, опубл. 04.08.1992. URL: <https://patenton.ru/patent/RU2288760C2> (дата обращения 21.02.24).

75. Пласко Билдинг. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.ce90d2cc-651485e1-5d31d565-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Plasco_Building. (дата обращения 21.02.24).

76. Пожар в Гренфелл-Тауэр. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.e03f6b11-65147d08-d78cdd9a-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Grenfell_Tower_fire. (дата обращения 21.02.24).

77. Пожар в Дубае. URL: <https://russianemirates.com/news/uae-news/pozhar-v-dubaye-unes-zhizni-16-chelovek/>. (дата обращения 21.02.24).

78. Пожар в квартире в Бронксе в 2022 г. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.6e9ba620-64e7cab2-d084276a-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/2022_Bronx_apartment_fire. (дата обращения 21.02.24).

79. Пожар в кондоминиуме Марко Поло. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.e34fc0af-65144a95-4d56e0b1-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Marco_Polo_condo_fire. (дата обращения 21.02.24).

80. Пожар в небоскребе Sulafa Tower. URL: <https://russianemirates.com/news/uae-news/okolo-130-zhiteley-neboskreba-sulafa-tower-razmestilis-v-blizhayshem-otele/>. (дата обращения 21.02.24).

81. Пожар в Урумчи 2022 года. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.978a83d0-64e8c39e-6fe09279-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/2022_%C3%9Cr%C3%BCmqi_fire. (дата обращения 21.02.24).

82. Пожар во Всемирном торговом центре в Гонконге. URL: <https://ria.ru/20211215/pozhar-1763798263.html> (дата обращения 21.02.24).

83. Пожар вспыхнул на 50-м этаже башни Трампа. URL: <https://translated.turbopages.org/lifestyle/fire-breaks-50th-floor-trump-slideshow-wp-005240165.html>. (дата обращения 21.02.24).

84. Пожар затронул офисные башни-близнецы в Ханое. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.ff39b79a-6515c383-89413eee-74722d776562/https/www.upi.com/Top_News/World-News/2011/12/15/Fire-hits-twin-office-towers-in-Hanoi/83351323973647/. (дата обращения 21.02.24).

85. Пожар на проспекте Азадлыг. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B6%D0%B0%D1%80_%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B5_%D0%90%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%BB%D1%8B%D0%B3. (дата обращения 21.02.24).

86. Пожар охватил 16-20 этажи башни Висма Косгоро в центральной Джакарте. URL: <https://coconuts.co/jakarta/news/stubborn-fire-engulfs-floors-16-20-wisma-kosgoro-tower-central-jakarta/>. (дата обращения 21.02.24).

87. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году // Информационно-аналитический сборник ФГБУ ВНИИПО МЧС России. URL: <https://ptm01.ru/assets/images/biblioteka/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/2022/%D0%92%D0%9D%D0%98%D0%98%D0%9F%D0%9E/sbornik-2022-pogary.pdf> (дата обращения 21.02.24).

88. Производственные услуги. Устройство площадок для расстановки пожарной и специальной техники возле жилых домов и объектов. Общие требования. [Электронный ресурс]: Стандарт НД/НСОПБ–ПК1/ТК001–017–2021. URL: <https://tk001.ru/uploads/standarts/017%E2%80%93017-2021.pdf> / (дата обращения 21.02.24).

89. Рамзан Кадыров о сгоревшем "Грозном-Сити". URL: <https://www.stav.kp.ru/daily/26056/2967134/>. (дата обращения 21.02.24).

90. Сад Лотоса Здание China Telecom. URL: Lotus Garden China Telecom Building. https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.73a86d19-64e8c9c4-234334cd-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Lotus_Garden_China_Telecom_Building. (дата обращения 21.02.24).

91. Сафронов В.В., Аксенова Е.В., Сафронов Выбор и расчет параметров установок пожаротушения и сигнализации. // Учебное пособие. Орел. ГТУ, 2004.-57 с.

92. Свод правил. Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003 [Электронный ресурс]: СП 54.13330.2011 от 20 мая 2011г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084096> (дата обращения 21.02.24).

93. Сильный пожар вспыхнул ночью в жилом квартале Jumeirah Lakes Towers в Дубае. URL: <https://russianemirates.com/news/uae-news/silnyy-pozhar-vspykhnul-nochyu-v-zhilom-kvartale-jumeirah/>. (дата обращения 21.02.24).

94. Синилов, В.Г. Системы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации // Учебник. - Академия, 2010. - 512 с.

95. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности. выходы [Электронный ресурс]: СП 10.13130.2009 от 09 декабря 2010г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071153> (дата обращения 21.02.24).

96. Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности. выходы [Электронный ресурс]: СП 8.13130.2020 от 30 декабря 2020г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044284> (дата обращения 21.02.24).

97. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. [Электронный ресурс]: СП 2.13130.2020 от 12 марта 2020г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248963> (дата обращения 21.09.24).

98. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. выходы [Электронный ресурс]: СП 4.13130.2013 от 24 апреля 2013г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044284> (дата обращения 21.02.24).

99. Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности», [Электронный ресурс]: Свод правил СП 486.1311500.2020. URL: <https://takir.ru/wp-content/uploads/2021/06/sp-486.1311500.2020.pdf>. (дата обращения 21.02.24).

100. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности. выходы [Электронный ресурс]: СП 3.13130.2009 от 25 марта 2009г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071145> (дата обращения 21.02.23).

101. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования», [Электронный ресурс]: Свод правил СП 484.1311500.2020. URL: <https://takir.ru/wp-content/uploads/2021/06/sp-484.1311500.2020.pdf> (дата обращения 21.02.24).

102. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования. выходы [Электронный ресурс]: СП 5.13130.2009 от 01 мая 2009г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044284> (дата обращения 21.02.24).

103. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования», [Электронный ресурс]: Свод правил СП 485.1311500.2020. URL: <https://takir.ru/wp-content/uploads/2021/06/sp-485.1311500.2020.pdf> . (дата обращения 21.02.24).

104. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы [Электронный ресурс]: СП 1.13130.2020 от 30 декабря 2020г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248961> (дата обращения 21.02.24).

105. Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности. выходы [Электронный ресурс]: СП 6.13130.2013 от 30 декабря 2020г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044284> (дата обращения 21.02.24).

106. Смертельный пожар в жилом доме начался с электровелосипедов: огромное число жертв. URL: <https://www.mk.ru/incident/2024/02/24/smertelnyy-pozhar-v-zhilom-dome-nachalsya-s-elektrovelosipedov-ogromnoe-chislo-zhertv.html> (дата обращения 21.02.24).

107. Сметанкина Г.И. Роль местного самоуправления в сфере защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, проблемы и пути решения // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. - 2020. - No1. – С. 18 – 33.

108. Сметанкина, Г.И. Совершенствование методов работы органов местного самоуправления по вопросам предупреждения пожаров и чрезвычайных ситуаций // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2020. No1 (5). – С. 31 – 39.

109. Соломин Л.А., Михайлов Л.А., Русак О.Н. Пожарная безопасность // Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования под ред. Л.А. Михайлова– М.: Академия, 2013. - 224 с.

110. Сорокадвухэтажный небоскреб охвачен пламенем. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.466d3586-6515cc9e-99eab9ce-74722d776562/https/www.dailymail.co.uk/news/article-2174853/Polat-Tower-Firefighters-huge-blaze-engulfed-150m-Istanbul-skyscraper.html. (дата обращения 21.02.24).

111. Список пожаров в высотных зданиях. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.c8c31e17-65173231-95c6ed7a-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/List_of_fires_in_high-rise_buildings. (дата обращения 21.02.24).

112. Сражения FDNY разгораются в башне One57. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.2ad4a01f-6515e161-9da3ed4a-

74722d776562/https://nypost.com/2014/03/16/fdny-battles-blaze-at-one57-tower/.(дата обращения 21.02.24).

113. Стоянки автомобилей. [Электронный ресурс]: СП 113.13330.2016 Актуализированная редакция СНиП 21-02-99* (с Изменением N 1). URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044290> (дата обращения 21.02.23).

114. Суханов И. В. Анализ пожаров в торгово-развлекательных центрах // Молодой ученый. — 2022. — No 4. URL: <https://moluch.ru/archive/399/88256/> (дата обращения: 25.02.2023).

115. Тарасьянц С.А., Пашков П.В., Ширяев В.Н., Майданников Н.А. Кавитация и способы увеличения кавитационного запаса осевых насосов при падениях уровней воды в водоисточниках. // Научная статья по специальности «Механика и машиностроение»: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kavitatsiya-i-sposoby-uvelicheniya-kavitatsionnogo-zapasa-osevyh-nasosov-pri-padeniyah-urovney-vody-v-vodoistochnikah?ysclid=ls0o05hrby548529695>. (дата обращения 21.02.24).

116. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. (с изменениями на 2 июля 2013 года) N 384-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902192610> (дата обращения 21.02.24).

117. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22.07.2008 г. N 123-ФЗ (с изменениями на 14 июля 2022 года). URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения 21.02.24).

118. Харисова З.И., Аксенов С.Г., Сулейманова А.И. Об особенностях применения современных технических возможностей при расследовании пожаров // Государственная служба и кадры. 2022. № 2. С. 231-234.

119. Харисова З.И., Аксенов С.Г., Хабибрахманов Э.И., Рафикова А.И., Рафиков А.И. О применении технических средств при расследовании пожаров // Закон и право. 2022. No 8. С. 221-225.

120. Харисова З.И., Харисова З.И., Дорошенко Д.И. Взаимодействие информационных потоков с наукой, бизнесом и технологиями как основной фактор анагенеза // Социальные технологии работы с молодежью в условиях становления цифрового общества: сборник статей IV Международной научно-практической конференции. Уфа, 2019. С. 305-308.

121. Холщевников, В.В. Самошин, Д.А. Эвакуация и поведение людей при пожарах // Курс лекций. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2008. - 273 с.
122. Шанхайский пожар 2010 года. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.180614c6-65149608-ebbcf95a-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/2010_Shanghai_fire? (дата обращения 21.02.24).
123. FR Башня пожар. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/FR_Tower_fire. (дата обращения 21.02.24).
124. IBC/2009 ICC International Building Code // URL: https://webstore.ansi.org/preview-pages/ICC/preview_ICC+IBC-Vol1-2009+Commentary.pdf (дата обращения 21.02.24).
125. ISO/TR 25743:2010 Lifts (elevators) — Study of the use of lifts for evacuation during an emergency // URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/43201/46298369ccae4e9980599f3aa09a02d2/ISO-TR-25743-2010.pdf> (дата обращения 21.02.24).
126. NFPA 101 Life Safety Code // URL: <https://edufire.ir/storage/Library/ETFA-ABI/NFPA/NFPA%20101%20-%20Life%20Safety%20Code%20-%202018.pdf> (дата обращения 21.02.24).
127. NFPA 5000. Building Construction and Safety Code, 2009. URL : www.nfpa.org (дата обращения 21.02.24).
128. Rotodynamic Pumps for Intake Design, [Электронный ресурс]: ANSI HI 9.8-2012. URL: <https://pdfcoffee.com/ansi-hi-98-2012-rotodynamic-pumps-for-pump-intake-design-pdf-free.html>. (дата обращения 21.02.24).
129. Volkov A., Kievskiy L., Kyzina O. The development of Moscow office real estate market and key features for system approach application / Advanced Materials Research. 2014. Vol. 1065-1069. Pp. 2534-2537.
130. Zou Y., Kiviniemi A., Jones S.W. A review of risk management through BIM and BIM-related technologies // Safety Science. 2017; 97:88-98.

Приложение А

Устройство проездов для пожарных

А1. Устройство проездов для пожарных

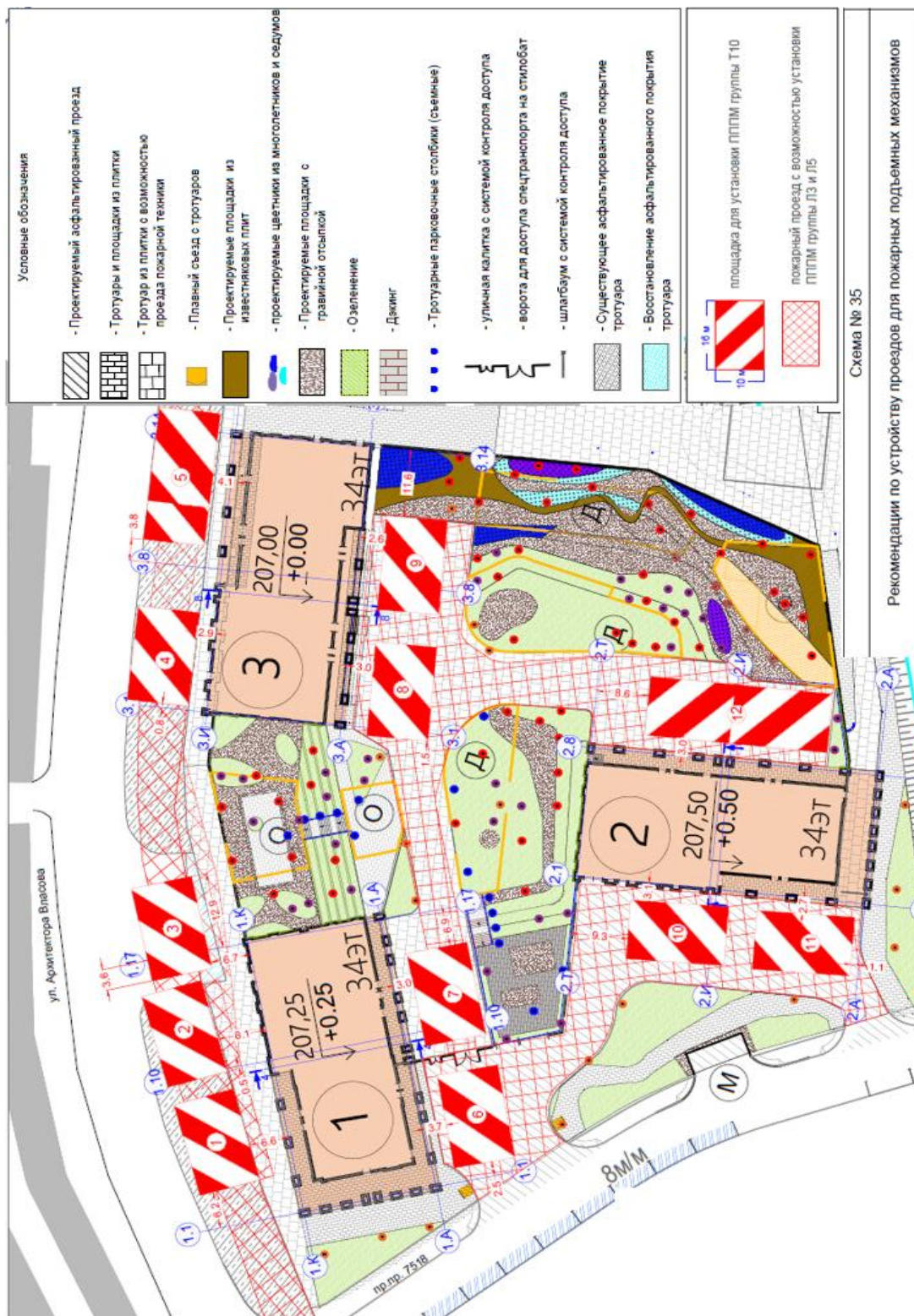


Рисунок А.1 - Устройство проездов для пожарных подъёмных механизмов

А.2 Схема организации площадки на проезжей части для расстановки основной пожарной техники

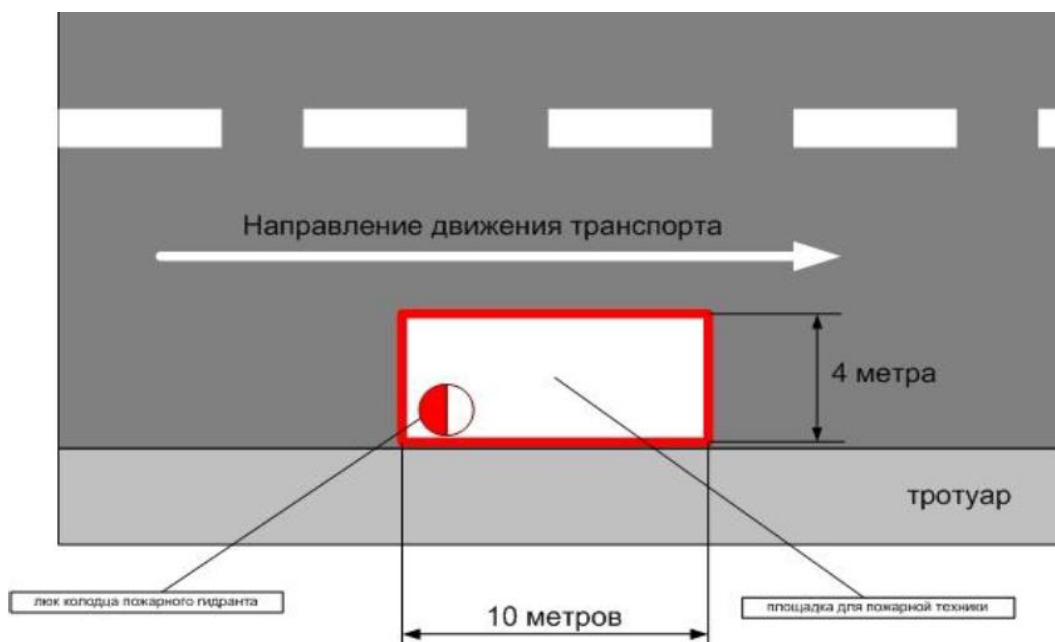


Рисунок А.2 - Схема организации площадки на проезжей части для расстановки основной пожарной техники (автоцистерн и автонасосов)

А.3 Организации площадки на проезжей части для расстановки основной пожарной техники



Рисунок А.3 - Образец размещения площадки для расстановки пожарной техники (автолестниц, коленчатых и телескопических автоподъемников)

А4. Образец дорожных знаков для обозначения площадок для расстановки пожарной техники

Применены дорожные знаки:

- п. 3.27 Правил дорожного движения "Остановка запрещена" - запрещается остановка и стоянка транспортных средств;
- п. 8.2.2 Правил дорожного движения - указывает зону действия запрещающих знаков (10 метров);
- информационная табличка «Площадка пожарной техники».



Рисунок А.4 - Образец дорожных знаков для обозначения площадок для расстановки пожарной техники

Приложение Б

Расходы воды на внутреннее пожаротушение

Б.1 Расходы воды на внутреннее пожаротушение с параметрами интенсивности орошения

Внутреннее пожаротушение

Ввод хозяйственно-питьевого водопровода 2хDN200 осуществляется в помещение насосных станций и узла учета на -2 этаже.

Суммарный расход холодного водоснабжения на вводе в проектируемое здание составит - 62,73 л/с.

Гидравлические характеристики трубопровода составят:

$Q = 62,73$ л/сек, при скорости потока $V = 1,95$ м/сек, удельные потери $1000i = 17,42$ м.вод.ст,

потери давления по длине трубопровода на вводе (h) составят:

$h = 17,42/1000 \times 37,30 = 0,65$ м.вод.ст.

Резервирование воды не предусматривается. Вода подается из городских водопроводных сетей.

В комплексе принята раздельная система хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода, ответвление на противопожарные нужды выполняется после водомерного узла.

Сеть пожаротушения жилых корпусов.

Сеть пожаротушения жилых корпусов принята двухзонной:

- 1 зона: с 1 по 16 этаж;
- 2 зона: с 17 по 34 этаж.

Система автоматического водяного пожаротушения предназначена для тушения пожара в общих коридорах. На системе АПТ предусматривается установка пожарных кранов.

Согласно СП 10.13130.2009 [95] расчетный расход пожарных кранов жилых корпусов принят $4 \times 2,6 = 10,4$ л/с.

Расстановка пожарных кранов выполняется из условия обеспечения орошения двумя струями из двух соседних стояков каждой точки помещения.

Пожарные краны устанавливаются на высоте $1,35 \pm 0,15$ м от чистых полы помещений в опломбированном шкафу.

В соответствии с СП 10.13130.2009 «при давлении у пожарных кранов более 0,4 Мпа между пожарным клапаном и соединительной головкой предусматривается установка диафрагм, снижающих избыточное давление» [95].

В соответствии с СП 5.13130.2009 [102] на противопожарную защиту наземной части Объекта исследования, приняты параметры автоматической установки пожаротушения по 1 группе помещений:

- интенсивность орошения – не менее 0,08 л/(с·м²);
- минимальная площадь – не менее 60 м²;
- расход – не менее 10 л/с;
- продолжительность работы установки – не менее 30 минут.

В качестве огнетушащего средства в проекте принята вода.

Согласно гидравлическому расчету, расход системы автоматического водяного пожаротушения надземной части составит: поэтажный коридор на типовом этаже – 10 л/с. Диктующим для первой и второй зоны является поэтажный коридор на типовом этаже. Гидравлический расчет системы автоматического водяного пожаротушения надземной части здания см. в части № Б2.

Таблица Б.1. Сводная таблица расходов на пожаротушение

Наименование зоны пожаротушения	Наименование потребителя	Наименование системы пожаротушения	Расход, л/с
1 зона	Жилые корпуса	ВПВ	4х2,6=10,4
		АПТ	10
2 зона	Жилые корпуса	ВПВ	4х2,6=10,4
		АПТ	10
Подземная часть здания	Автостоянка	ВПВ	2х5,2=10,4
		АПТ	41,72

Согласно СП 5.13130.2009, «расстояние от центра термочувствительного элемента теплового замка спринклерного оросителя до плоскости перекрытия (покрытия) должно быть от 0,08 до 0,3 м; в исключительных случаях, обусловленных конструкцией покрытий (например, наличием выступов), допускается увеличить это расстояние до 0,4 м.» [102].

Для возможности декоративного оформления мест общего пользования (коридоров) для возможности закрытия инженерных систем (воздуховодов, трубопроводов и кабелей) требуется разработка дополнительных технических решений, допускающих увеличение расстояния

от центра термочувствительного элемента теплового замка спринклерного оросителя до плоскости перекрытия (покрытия) до 1,3 м включительно.

Для обеспечения необходимых параметров системы АПТ предусматриваются насосные

установки:

- на 1 зону насосная установка с расходом 20,4 л/с, напором 67,20 м;
- на 2 зону насосная установка с расходом 20,4 л/с, напором 134,80 м;

Определение требуемого напора в сети пожаротушения наземной части Объекта исследования см. часть № БЗ.

Во всех корпусах предусмотрена система сбора стоков от срабатывания системы автоматического пожаротушения. Стоки собираются с помощью лотков, установленных в местах общего пользования перед лифтовым холлом подключаемых к стояку дренажной канализации. Подключение к стоякам предусмотрено на каждом этаже. Сборные магистрали прокладываются под потолком -1-го этажа с уклоном 0,005 в сторону выпуска.

Сеть пожаротушения подземной части.

Согласно СП 113.133330.2016 [113], СП 10.13130.2009 [95] на противопожарную защиту, расчетный расход пожарных кранов подземной автостоянки принят $2 \times 5,2 = 10,4$ л/с.

Согласно СП 10.13130.2009 [75] время работы системы ВПВ составляет 3 часа.

Расстановка пожарных кранов выполняется из условия обеспечения орошения двумя струями из двух разных ПК каждой точки помещения.

Пожарные краны устанавливаются на высоте $1,35 \pm 0,15$ м от чистых полы помещений в опломбированном шкафу. В каждом шкафу подземной автостоянки предусматривается размещение 2 пожарных кранов с датчиком положения и 2 огнетушителей.

На противопожарную защиту, параметры установки пожаротушения блоков кладовых для жильцов, размещенных в подземной автостоянке,

принимаются по 2 группе помещений согласно требованиям СП 5.13130.2009 [102]:

Диктующим участком в пожарном отсеке автостоянки, будет являться площадь паркинга, т. к. интенсивность орошения в блоке кладовых меньше.

В качестве огнетушащего средства в проекте принята вода.

Согласно гидравлическому расчету, расход системы автоматического водяного пожаротушения подземной автостоянки составит 41,72 л/с. Гидравлический расчет системы автоматического водяного пожаротушения подземной части здания см. в части № Б3.

Для определения места возгорания в каждой секции устанавливаются сигнализаторы потока жидкости. Количество оросителей в секции не превышает 1200 шт.

Таблица Б.2. Сводная таблица расходов на пожаротушение

Наименование зоны пожаротушения	Наименование потребителя	Наименование системы пожаротушения	Расход, л/с
Подземная часть здания	Автостоянка. Тех помещения и кладовые жильцов	ВПВ	2x5,2=10,4
		АПТ	41,72

Для обеспечения необходимых параметров системы АПТ предусматриваются насосные установки:

- на ВПВ подземной части насосная установка с расходом 10,4 л/с, напором 7,80 м;
- на АПТ подземной части насосная установка с расходом 41,72 л/с, напором 37,61м;

Определение требуемого напора в сети пожаротушения наземной части Объекта исследования см. в части № Б2.

Для отвода сточных вод после тушения пожара в полу автостоянки предусмотрены приемки с последующим отводом стоков в проектируемую сеть ливневой канализации.

Работа системы в автоматическом и дистанционном режимах обеспечивается диспетчерской системой контроля и управления в зависимости от уровня воды в приемках.

В помещение с постоянным пребыванием персонала передаются сигналы:

- о включении – выключении дренажных насосов;
- об аварийном переполнении приемков.

Слив от узлов управления системы АПТ предусматривается в трап в помещении насосной станции.

Выводы: Принятые технические решения по обеспечению расходов противопожарного водопровода, орошению и водоотведению ОТВ обеспечивают нужды пожаротушения.

Использование насосных станций на комплекс зданий и применение инновационных СПЖ создают значительную социано-экономическую выгоду на стадии строительства и эксплуатации, и повышает надежность СПЗ.

Гидравлический расчет системы АПТ наземной части Объекта исследования.

В соответствии с табл. 5.1 СП 5.13130.2009 [102], необходимо предусмотреть автоматическую установку спринклерного пожаротушения со следующими параметрами:

Интенсивность орошения (не менее):

$$I = 0,08 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}, \quad (\text{Б.1})$$

Минимальная площадь спринклерной АУП:

$$S_{\text{ауп}} = 60 \cdot \text{м}^2, \quad (\text{Б.2})$$

Максимальное расстояние между оросителями:

$$L = 4 \cdot \text{м}, \quad (\text{Б.3})$$

Для обеспечения потребного расхода выбираем универсальные спринклерные оросители СВН-К80 со следующими параметрами (согласно ТД на ороситель):

Коэффициент производительности оросителя:

$$K = 0,42 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{МПа}^{0,5}} \quad (\text{Б.4})$$

Расчет наземной части Объекта исследования (рис.21):

Давление у оросителя 1 (согласно паспортным данным оросителя):

$$P1=0,1 \cdot \text{МПа}$$

Расход на оросителе 1:

$$q1 = 10 \cdot K \cdot \sqrt{P1} = 1,328 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.5})$$

Суммарный расход на участке 1-2:

$$q12 = q1 = 1,328 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.6})$$

Потери напора на участке 1-2:

$$L12 = 3,6 \cdot \text{м} \quad P12 = \frac{q12^2 \cdot L12}{100 \cdot Kt50} = 0,001 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.7})$$

Давление у оросителя 2:

$$P2=P1+ P12=0,101 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.8})$$

Расход на оросителе 2:

$$q2 = 10 \cdot K \cdot \sqrt{P2} = 1,332 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.9})$$

Суммарный расход на участке 2-3:

$$q23 = q1 + q2 = 2,66 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.10})$$

Потери напора на участке 2-3:

$$L23 = 3,6 \cdot \text{м} \quad P23 = \frac{q23^2 \cdot L23}{100 \cdot Kt50} = 0,002 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.11})$$

Давление у оросителя 3:

$$P3=P2+ P23=0,103 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.12})$$

Расход на оросителе 3:

$$q3 = 10 \cdot K \cdot \sqrt{P3} = 1,347 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.13})$$

Суммарный расход на участке 3-4:

$$q_{34} = q_{23} + q_3 = 4,007 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.14})$$

Потери напора на участке 3-4:

$$L_{34} = 4,25 \cdot \text{м} \quad P_{34} = \frac{q_{34}^2 \cdot L_{34}}{100 \cdot K_{t50}} = 0,006 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.15})$$

Давление у оросителя 4:

$$P_4 = P_3 + P_{34} = 0,109 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.16})$$

Расход на оросителе 4:

$$q_4 = 10 \cdot K \cdot \sqrt{P_4} = 1,387 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.17})$$

Суммарный расход на участке 4-5:

$$q_{45} = q_{34} + q_4 = 5,395 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.18})$$

Потери напора на участке 4-5:

$$L_{45} = 4,25 \cdot \text{м} \quad P_{45} = \frac{q_{45}^2 \cdot L_{45}}{100 \cdot K_{t50}} = 0,011 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.19})$$

Давление у оросителя 5:

$$P_5 = P_4 + P_{45} = 0,12 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.20})$$

Расход на оросителе 5:

$$q_5 = 10 \cdot K \cdot \sqrt{P_5} = 1,457 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.21})$$

Суммарный расход на участке 5-6:

$$q_{56} = q_{45} + q_5 = 6,852 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.22})$$

Потери напора на участке 5-6:

$$L_{56} = 3,6 \cdot \text{м} \quad P_{56} = \frac{q_{56}^2 \cdot L_{56}}{100 \cdot K_{t50}} = 0,015 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.23})$$

Давление у оросителя 6:

$$P_6 = P_5 + P_{56} = 0,136 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.24})$$

Расход на оросителе 6:

$$q_6 = 10 \cdot K \cdot \sqrt{P_6} = 1,547 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.25})$$

Суммарный расход на участке 6-7:

$$q_{67} = q_{56} + q_6 = 8,399 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.26})$$

Потери напора на участке 6-7:

$$L_{67} = 0,67 \cdot \text{м} \quad P_{67} = \frac{q_{67}^2 \cdot L_{67}}{100 \cdot K_{t50}} = 0,004 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.27})$$

Давление в точке 7:

$$P7=P6+ P67=0,14 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.28})$$

Давление у оросителя 8 (согласно паспортным данным оросителя):

$$P8= 0,1 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.30})$$

Расход на оросителе 8:

$$q8 = 10 \cdot K \cdot \sqrt{P8} = 1,328 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.31})$$

Суммарный расход на участке 8-7:

$$q87 = q1 = 1,328 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.32})$$

Потери напора на участке 8-7:

$$L87 = 2,93 \cdot \text{м} \quad P87 = \frac{q87^2 \cdot L87}{100 \cdot Kt50} = 0,015 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.33})$$

Давление в точке 7:

$$P7.1=P8+ P87=0,115 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.34})$$

Перерасчет расхода у оросителя 8 по ветке 8-7:

$$q87^\circ = q87 \cdot \sqrt{\frac{P7}{P7.1}} = 1,465 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.35})$$

Суммарный расход на участке 7-СПЖ:

$$q7\text{СПЖ} = q67 + q87^\circ = 9,864 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.36})$$

Потери напора на участке 7-СПЖ:

$$L7\text{СПЖ} = 1,1 \cdot \text{м} \quad P7\text{СПЖ} = \frac{q7\text{СПЖ}^2 \cdot L7\text{СПЖ}}{100 \cdot Kt50} = 0,01 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.37})$$

Давление в точке СПЖ:

$$P \text{ СПЖ} = P7+ P7 \text{ СПЖ} = 0,15 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.38})$$

Гидравлический расчет системы АПТ подземной части Объекта исследования.

В соответствии с табл. 5.1 СП 5.13130.2009 [102], необходимо предусмотреть автоматическую установку спринклерного пожаротушения автостоянки со следующими параметрами:

Интенсивность орошения (не менее):

$$I = 0,16 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}, \quad (\text{Б.39})$$

Минимальная площадь спринклерной АУП:

$$S_{\text{зщ}} = 120 \cdot \text{м}^2, \quad (\text{Б.40})$$

Максимальное расстояние между оросителями:

$$L = 4 \cdot \text{м}, \quad (\text{Б.41})$$

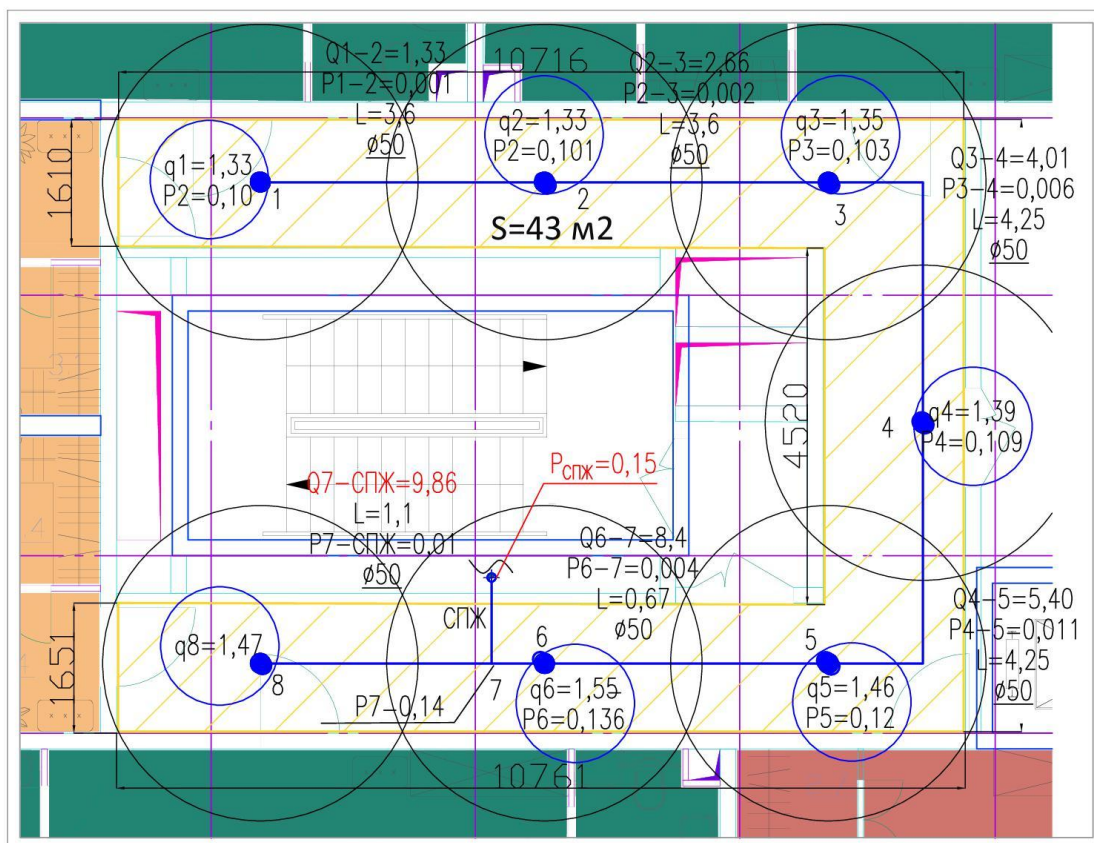


Рис.21. Расчетный участок АПТ наземной части

Для обеспечения потребного расхода выбираем универсальные спринклерные оросители СВН-К80 со следующими параметрами (согласно ТД на ороситель):

Коэффициент производительности оросителя:

$$K = 0,42 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{МПа}^{0,5}}, \quad (\text{Б.42})$$

Давление у оросителя 1 (согласно паспортным данным оросителя):

$$P_1 = 0,4 \cdot \text{МПа}, \quad (\text{Б.43})$$

Расход на оросителе 1:

$$q_1 = 10 \cdot K \cdot \sqrt{P_1} = 2,656 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.44})$$

Суммарный расход на участке 1-2:

$$q_{12} = q_1 = 2,656 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.45})$$

Потери напора на участке 1-2:

$$L_{12} = 2,6 \cdot \text{м} \quad P_{12} = \frac{q_{12}^2 \cdot L_{12}}{100 \cdot Kt_{40}} = 0,006 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.46})$$

Давление в точке 2:

$$P_2 = P_1 + P_{12} = 0,406 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.47})$$

Расход на оросителе 2:

$$q_2 = 10 \cdot K \cdot \sqrt{P_2} = 2,677 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.48})$$

Суммарный расход на участке 2-3:

$$q_{23} = q_1 + q_2 = 5,334 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.49})$$

Потери напора на участке 2-3:

$$L_{23} = 2,6 \cdot \text{м} \quad P_{23} = \frac{q_{23}^2 \cdot L_{23}}{100 \cdot Kt_{40}} = 0,026 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.50})$$

Давление в точке 3:

$$P_3 = P_2 + P_{23} = 0,432 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.51})$$

Расход на оросителе 3:

$$q_3 = 10 \cdot K \cdot \sqrt{P_3} = 2,761 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.52})$$

Суммарный расход на участке 3-4:

$$q_{34} = q_{23} + q_3 = 8,095 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.53})$$

Потери напора на участке 3-4:

$$L_{34} = 2,5 \cdot \text{м} \quad P_{34} = \frac{q_{34}^2 \cdot L_{34}}{100 \cdot Kt_{40}} = 0,057 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.54})$$

Давление в точке 4:

$$P_4 = P_3 + P_{34} = 0,489 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.55})$$

Обобщенная характеристика луча 1:

$$В_{луч1} = \frac{q_{34}^2}{P_4} = 133,933, \quad (\text{Б.56})$$

Давление у оросителя 5:

$$P_5 = 0,4 \cdot \text{МПа}, \quad (\text{Б.57})$$

Расход на оросителе 5:

$$q_5 = 10 \cdot K \cdot \sqrt{P_5} = 2,656 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.58})$$

Суммарный расход на участке 5-4:

$$q_{54} = q_1 = 2,656 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.59})$$

Потери напора на участке 5-4:

$$L_{54} = 0,4 \cdot \text{м} \quad P_{54} = \frac{q_{54}^2 \cdot L_{54}}{100 \cdot Kt_{25}} = 0,008 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.60})$$

Давление в точке 4:

$$P_{4.1} = P_5 + P_{54} = 0,408 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.61})$$

Обобщенная характеристика луча 2:

$$Влуч2 = \frac{q_{54}^2}{P_{4.1}} = 17,285, \quad (\text{Б.62})$$

Перерасчет расхода в точке 4 по ветке 5-4:

$$q_{54}^{\circ} = q_{54} \cdot \sqrt{\frac{P_4}{P_{4.1}}} = 2,908 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.63})$$

Суммарный расход на участке 4-6:

$$q_{46} = q_{34} + q_{54}^{\circ} = 11,003 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.64})$$

Потери напора на участке 4-6:

$$L_{46} = 3,2 \cdot \text{м} \quad P_{46} = \frac{q_{46}^2 \cdot L_{46}}{100 \cdot Kt_{125}} = 0,0003 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.65})$$

Давление в точке 6:

$$P_6 = P_4 + P_{46} = 0,49 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.66})$$

Суммарный расход на луче 3:

$$q_{луч3} = \sqrt{Влуч1 \cdot P_6} = 8,097 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.67})$$

Суммарный расход на луче 4:

$$q_{луч4} = \sqrt{Влуч2 \cdot P_6} = 2,909 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.68})$$

Суммарный расход на участке 6-7:

$$q_{67} = q_{46} + q_{луч3} + q_{луч4} = 22,009 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.69})$$

Потери напора на участке 6-7:

$$L_{67} = 3,2 \cdot \text{м} \quad P_{67} = \frac{q_{67}^2 \cdot L_{67}}{100 \cdot K_{t125}} = 0,0011 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.70})$$

Давление в точке 7:

$$P_7 = P_6 + P_{67} = 0,491 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.71})$$

Суммарный расход на луче 5:

$$q_{\text{луч}5} = \sqrt{V_{\text{луч}1} \cdot P_7} = 8,107 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.72})$$

Суммарный расход на луче 6:

$$q_{\text{луч}6} = \sqrt{V_{\text{луч}2} \cdot P_7} = 2,912 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.73})$$

Суммарный расход на участке 7-8:

$$q_{78} = q_{67} + q_{\text{луч}5} + q_{\text{луч}6} = 33,028 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.74})$$

Потери напора на участке 7-8:

$$L_{78} = 2,3 \cdot \text{м} \quad P_{78} = \frac{q_{78}^2 \cdot L_{78}}{100 \cdot K_{t125}} = 0,0019 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.75})$$

Давление в точке 8:

$$P_8 = P_7 + P_{78} = 0,493 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.76})$$

Суммарный расход на луче 7:

$$q_{\text{луч}7} = \sqrt{V_{\text{луч}2} \cdot P_8} = 2,918 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.77})$$

Суммарный расход на участке 8-11:

$$q_{811} = q_{78} + q_{\text{луч}7} = 35,946 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.78})$$

Потери напора на участке 8-11:

$$L_{811} = 1,85 \cdot \text{м} \quad P_{811} = \frac{q_{811}^2 \cdot L_{811}}{100 \cdot K_{t125}} = 0,002 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.79})$$

Давление в точке 11:

$$P_{11} = P_8 + P_{811} = 0,494 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.81})$$

Давление у оросителя 9:

$$P_9 = 0,40 \cdot \text{МПа}, \quad (\text{Б.82})$$

Расход на оросителе 9:

$$q_9 = 10 \cdot K \cdot \sqrt{P_9} = 2,656 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.83})$$

Суммарный расход на участке 9-10:

$$q_{910} = q_9 = 2,656 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.84})$$

Потери напора на участке 9-10:

$$L_{910} = 2,4 \cdot \text{м} \quad P_{910} = \frac{q_{910}^2 \cdot L_{910}}{100 \cdot Kt_{32}} = 0,012 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.85})$$

Давление в точке 10:

$$P_{10} = P_9 + P_{910} = 0,412 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.86})$$

Расход на оросителе 10:

$$q_{10} = 10 \cdot K \cdot \sqrt{P_{10}} = 2,696 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.87})$$

Суммарный расход на участке 10-11:

$$q_{1011} = q_9 + q_{10} = 5,353 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.88})$$

Потери напора на участке 10-11:

$$L_{1011} = 0,65 \cdot \text{м} \quad P_{1011} = \frac{q_{1011}^2 \cdot L_{1011}}{100 \cdot Kt_{32}} = 0,013 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.89})$$

Давление в точке 11.1:

$$P_{11.1} = P_{10} + P_{1011} = 0,425 \text{ МПа}, \quad (\text{Б.90})$$

Перерасчет расхода в точке 11.8 по ветке 10-11:

$$q_{1011}^{\circ} = q_{1011} \cdot \sqrt{\frac{P_{11}}{P_{11.1}}} = 5,769 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.91})$$

Суммарный расход на участке 11-НС:

$$q_{11\text{НС}} = q_{811} + q_{1011}^{\circ} = 41,715 \frac{\text{л}}{\text{с}}, \quad (\text{Б.92})$$

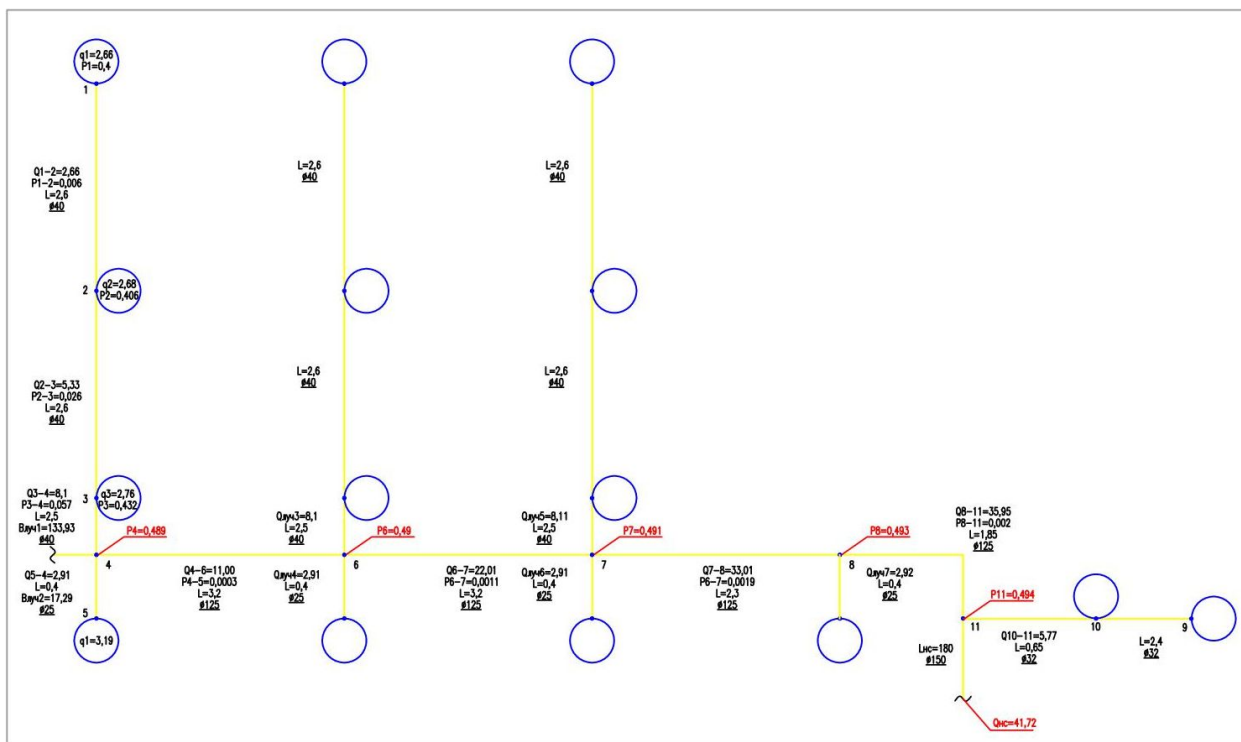


Рис.22. Расчетный участок АПТ наземной части