

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)

Департамент магистратуры

(наименование)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему «Совершенствование существующей системы управления  
пожарными рисками в общественных зданиях на примере  
многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон»,  
расположенного по адресу: Челябинская область, г. Миасс, пр. Автозаводцев,  
д. 65/ пр. Автозаводцев, д.65/1)»

Студент

В.С. Мальцев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель

Кандидат технических наук, доцент, И.И. Рашоян

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

## Содержание

Введение.....	4
Термины и определения .....	7
Перечень сокращений и обозначений.....	9
1 Исследование литературных источников, нормативных документов и правовых актов для анализа эффективности систем оповещения людей о пожаре и процесса эвакуации людей из зданий и сооружений.....	10
1.1 Анализ нормативных документов по соблюдению требований пожарной безопасности при монтаже и эксплуатации систем оповещения и управления эвакуацией.....	10
1.2 Анализ соблюдения требований пожарной безопасности в многофункциональном торгово-развлекательном центре «Слон».....	17
1.3 Существующее состояние действующих систем обнаружения пожара и оповещения людей о пожаре многофункционального торгово- развлекательного центра «Слон» .....	29
2 Исследование способов и методов управления пожарными рисками на примере многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон»	45
2.1 Исследование зависимости величины пожарного риска от состояния противопожарной защиты объектов .....	45
2.2 Исследования на основе патентного поиска новых методов (способов) обнаружения пожара и оповещения людей о пожаре .....	55
3 Опытнo-экспериментальная апробация новых методов (способов) обнаружения пожара и оповещения людей о пожаре и их влияния на пожарный риск .....	66
3.1 Внедрение новых способов по обнаружению пожара и оповещения людей о пожаре на примере объекта защиты многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон».....	66
3.2 Оценка влияния новых способов по обнаружению пожара и оповещения людей о пожаре на механизм управления пожарными рисками .....	77

Заключение .....	83
Список используемых источников.....	87
Приложение А Расчет индивидуального пожарного риска.....	92
Приложение Б Сценарии развития пожаров .....	96
Приложение В Общий вид и эпюры орошения распылителей типа «Aquamaster™» .....	102
Приложение Г Примерная схема расстановки распылителей «Aquamaster- Горизонт» на распределительном трубопроводе .....	104

## **Введение**

### **Актуальность и научная значимость настоящего исследования.**

Торговые центры – это принципиально большие комплексные здания, в которых находится одновременно большое количество посетителей и персонала магазинов. Эти здания должны быть безопасными и в случае чрезвычайной ситуации или пожара и обеспечивать быструю и безопасную эвакуацию из здания всех его посетителей.

При проектировании практических вопросов пожарная безопасность является одним из наиболее важных и сложных соображений. Требования пожарной безопасности будут более обременительными для закрытых и торговых центров, чем для открытых уличных базовых схем. Торговые центры характеризуются различными горючими материалами от продавцов, конструкций, и поэтому целью исследования является оценка мер пожарной безопасности в торговых центрах и того, как они учитываются в дизайне торговых центров.

**Объект исследования:** система управления пожарными рисками многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон».

**Предмет исследования:** механизм влияния пожарной безопасности объекта на систему управления пожарным риском многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон».

**Цель исследования** – совершенствование существующей системы управления пожарными рисками в общественных зданиях путем повышения эффективности систем оповещения людей о пожаре и процесса эвакуации людей из зданий и сооружений

**Гипотеза исследования состоит в том, что мероприятия по улучшению пожарной безопасности влияют на уровень пожарного риска в административных зданиях с пребыванием людей.**

**Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:**

1. Изучить литературные источники, нормативные документы правовые акты по тематике диссертационного исследования».
2. Рассмотреть характеристику и развитие пожаров на объекте защиты.
3. Провести анализ и оценку пожарного риска многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон».
4. Разработать мероприятия по совершенствованию существующей системы управления пожарными рисками в многофункциональном торгово-развлекательном центре «Слон».

**Теоретико–методологическую основу исследования составили:** законы и подзаконные акты в сфере пожарной безопасности, научная литература по пожарной безопасности.

**Методы исследования.**

Эмпирический метод исследования – наблюдение и исследование техносферной безопасности объектов с массовым пребыванием людей (торговых центров).

Теоретический метод исследования – анализ научных публикаций (периодических изданий, материалов сборников научных конференций) и учебных пособий (учебники, учебные пособия, методические указания), затрагивающих тематику научно–исследовательской работы.

**Опытно-экспериментальная база исследования:** многофункциональный торгово-развлекательный центр «Слон».

**Научная новизна исследования заключается в:**

- формировании механизма обеспечения пожарной безопасности объектов путем управления пожарным риском;
- разработке методических рекомендаций по совершенствованию существующей системы управления пожарными рисками в многофункциональном торгово-развлекательном центре «Слон».

**Теоретическая значимость исследования заключается в:** разработанных методах, обеспечивающих повышение эффективности

системы управления пожарными рисками в многофункциональном торгово-развлекательном центре «Слон».

**Практическая значимость исследования:** предложенное мероприятия, а именно, установка спринклерной пожарной установки с тонкораспыленной водой позволит снизить уровень пожарного риска в зданиях с массовым пребыванием людей.

**Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:** использованием сертифицированного измерительного оборудования, корректным применением методов системного анализа, а также результатами экспериментальной проверки.

**Личное участие автора в организации и проведении исследования** состоит в постановке цели, определении требуемых для ее достижения задач и их теоретической и практической реализации.

**Апробация и внедрение результатов работы** велись в течение всего исследования. По теме магистерской диссертации опубликована статья, автор Мальцев В.С. «Обзор причин пожаров в зданиях с массовым пребыванием людей на примере торгово-развлекательных центров».

**На защиту выносятся:**

1. Результаты расчета опасных факторов пожара в начальной стадии развития пожара в проектируемых и эксплуатируемых зданиях до достижения критических величин опасных факторов пожара.
2. Результаты анализа системы управления пожарными рисками в многофункциональном торгово-развлекательном центре «Слон»
3. Научно обоснованные рекомендации по снижению величины пожарного риска при возникновении пожара в зданиях с массовым пребыванием людей.

**Структура магистерской диссертации.** Работа состоит из введения, 3 глав (разделов), заключения, содержит 9 рисунков, 6 таблиц, список используемой литературы (33 источника). Основной текст работы изложен на 101 страницах.

## Термины и определения

Автоматический водопитатель – «устройство, поддерживающее давление в трубопроводах, необходимое для срабатывания узлов управления» [13].

Вспомогательный водопитатель – «устройство, автоматически поддерживающее в трубопроводах давление, необходимое для срабатывания узлов управления, а также обеспечивающее расчетные расход и давление воды и/или водного раствора до выхода на рабочий режим основного водопитателя» [13].

Диктующий распылитель – «распылитель, наиболее высоко расположенный и/или удаленный от насосной установки» [13].

Дренчерный распылитель – «распылитель с открытым выходным отверстием» [13].

Защищаемая площадь – «зона орошения, где средняя интенсивность и равномерность подачи распыленной воды не менее нормативной или установленной в технической документации» [13].

Интенсивность орошения – расход, приходящийся на единицу площади.

Многофункциональное здание – «это здание, включающее в свой состав два и более функционально-планировочных компонента, взаимосвязанные друг с другом с помощью планировочных приемов» [13].

Многофункциональный комплекс – «комплекс, включающий два и более здания различного функционального назначения (в том числе многофункциональные), взаимосвязанные друг с другом с помощью планировочных приемов» [13].

Ороситель – «устройство, предназначенное для тушения, локализации или блокирования пожара, путем разбрызгивания или распыления воды и/или водных растворов» [13].

Пожарный кран – «технический комплекс, включающий клапан, пожарный рукав, ручной пожарный ствол и соединительные головки» [13].

Распылитель – «устройство, предназначенное для формирования тонкораспыленного потока огнетушащего вещества» [13].

Специальные технические условия – «технические нормы, разработанные для конкретного объекта капитального строительства, и содержащие дополнительные к установленным или отсутствующие технические требования в области безопасности, отражающие особенности инженерных изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации, а также демонтажа (сноса) объекта. Данный документ также необходим в тех случаях, когда в ходе проектирования невозможно соблюсти выполнение действующих нормативных требований» [13].

Тонкораспыленная вода – «поток распыленных струй со среднеарифметическим диаметром капель не более 150 мкм» [13].

Устройство первичного пожаротушения – «пожарный кран с диаметром пожарного рукава не более 25 мм и номинальным расходом 0,5 – 1,5 л/с» [13].



## **Перечень сокращений и обозначений**

В данной работе применяются следующие сокращения и обозначения:

АПС – автоматическая пожарная сигнализация;

АУП (АУПТ) – автоматическая установка пожаротушения;

АУПС – автоматическая установка пожарной сигнализации;

БСПТ – блок сигнализации положения токовый;

НИР – научно-исследовательская работа;

МЧС – Министерство чрезвычайных ситуаций;

ООО – общество с ограниченной ответственностью;

ОТВ – огнетушащие вещества;

ПИ – пожарные индикаторы.

СП – свод правил

ТРВ – тонкораспыленная вода

# **1 Исследование литературных источников, нормативных документов и правовых актов для анализа эффективности систем оповещения людей о пожаре и процесса эвакуации людей из зданий и сооружений**

## **1.1 Анализ нормативных документов по соблюдению требований пожарной безопасности при монтаже и эксплуатации систем оповещения и управления эвакуацией**

В соответствии со ст. 79 Федерального закона Российской Федерации от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» значение индивидуального пожарного риска для зданий, сооружений не должно превышать одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания и сооружения точке.

Перечень федеральных законов о технических регламентах и нормативных документов по пожарной безопасности, требования которых установлены для объекта защиты.

1. Федеральный Закон Российской Федерации от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в редакции Федерального закона от 27 декабря 2018 года № 538-ФЗ).
2. СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».
3. СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты».
4. СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре».

5. СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям».
6. СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования. Автоматическая пожарная сигнализация и автоматическое пожаротушение».
7. СП 6.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности».
8. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования».
9. СП 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности».
10. СП 9.13130.2009 «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации».
11. СП 10.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности».
12. СП 11.13130.2009 «Места дислокации подразделений пожарной охраны. Порядок и методика определения».

Основу законодательства в сфере противопожарной безопасности оставляет Конституция РФ, общепризнанные принципы и нормы международного права, международные договоры Российской Федерации и Федеральные законы. В то же время имеется ряд серьезных проблем в сфере обеспечения пожарной безопасности.

Во-первых, это большое количество нормативных документов, содержащих свыше 150 тыс. требований в области ПБ. Во-вторых, документы имеют различный юридический статус, некоторые из которых дублируют друг друга. Все это затрудняет их применение как со стороны собственников объектов противопожарной защиты, так и со стороны

надзорных органов. В 1994 г. впервые в России был разработан и введен в действие Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 № 69–ФЗ» [7].

Принятый Федеральный закон от 27.12.2002 № 184–ФЗ «О техническом регулировании» и ряд других Федеральных законов и поправок в законы были направлены на устранение противоречий и пробелов в существующей законодательной и нормативно-правовой базе, регулирующих правоотношения в сфере пожарной безопасности (ПБ).

1 мая 2009 г. вступил в действие Федеральный закон от 22.07.2008 № 123–ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», который устанавливает обязательные для применения и исполнения общие принципы обеспечения ПБ при проектировании и строительстве зданий и сооружений, регламентирует требования, применяемые к производственным объектам, пожарной технике, продукции общего назначения, а также критерии оценки соответствия объектов защиты требованиям ПБ» [26].

«Впервые в отечественной практике в качестве критерия обеспечения ПБ установлен допустимый пожарный риск для различных объектов защиты. Техническим регламентом о ПБ установлено, что каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности (ОПБ). Цель, которой – обеспечение ПБ людей при пожаре и защиты имущества от воздействия опасных факторов пожара (ОФП)» [26].

«Система ОПБ объектов защиты должна включать комплекс мероприятий, направленных на обеспечение нормативного уровня безопасности людей и предотвращения опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара. Комплекс мероприятий по защите имущества при пожаре в соответствии с правом собственника осуществляется им в добровольном порядке. Система ОПБ объектов защиты должна включать следующие системы: предотвращения пожара; противопожарной защиты; организационно-технических мероприятий» [26].

«Состав систем предотвращения пожара, противопожарной защиты и организационно-технических мероприятий определяется функциональным назначением объекта защиты и устанавливается техническим регламентом о пожарной безопасности и нормативными документами по пожарной безопасности» [26].

«Техническим регламентом определено, что техническое регулирование в области ПБ представляет собой установление в нормативных правовых актах и нормативных документах требований по ПБ. К нормативно-правовому акту относится технический регламент, устанавливающий обязательные для исполнения требования пожарной безопасности. К нормативным документам по пожарной безопасности относятся стандарты, нормы, правила, инструкции и технические условия, содержащие рекомендуемые положения, обеспечивающие достижение целей и реализацию принципов обеспечения противопожарной защиты, сформулированных в техническом регламенте» [26].

«Нормативные документы по пожарной безопасности устанавливают рекомендуемые положения по обеспечению пожарной безопасности и могут использоваться как доказательная база соответствия требованиям технического регламента. К нормативным документам по ПБ относятся стандарты, нормы, правила, инструкции и технические условия, содержащие рекомендуемые положения, обеспечивающие достижение целей и реализацию принципов обеспечения противопожарной защиты, сформулированных в техническом регламенте» [26].

«Нормативные документы по пожарной безопасности устанавливают рекомендуемые положения по обеспечению пожарной безопасности и могут использоваться как доказательная база соответствия требованиям технического регламента» [26].

«Пожарная безопасность объекта считается обеспеченной, если выполняется одно из условий – либо в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническим регламентом, и

используются положения рекомендуемых нормативных документов по пожарной безопасности, либо пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных техническим регламентом» [26].

Метод оценки риска гибели людей при пожаре основывается на определении риска гибели человека при пожаре для наиболее опасного сценария развития пожара, использовании расчетных методов прогнозирования динамики ОФП и определения времени эвакуации людей в безопасную зону, использовании физико-химических свойств и показателей пожарной опасности веществ и материалов для моделирования динамики ОФП, по методам, приведенным в нормативных документах по ПБ, использовании официальных данных об опасных для жизни и здоровья людей значениях факторов пожара.

Во многих статьях Технического регламента предписана необходимость руководствоваться другими нормативными документами, к числу которых относятся Своды правил, Правила пожарной безопасности и Национальные стандарты. Они наполняют требования, содержащиеся в Техническом регламенте, являясь его доказательной базой, обеспечивая потребительские качества и конкурентные преимущества продукции, и развитие научно-технического прогресса. Кроме того, в соответствии с федеральными законами Правительством Российской Федерации приняты соответствующие постановления, а МЧС РФ изданы приказы и распоряжения по утверждению порядка и методик по реализации отдельных положений законодательства.

Каждый из трех Федеральных законов № 69–ФЗ «О пожарной безопасности», № 184–ФЗ «О техническом регулировании», № 123–ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» регулируют определенные отношения в области пожарной безопасности.

Федеральный закон № 69–ФЗ [7] определяет:

- общие правовые, экономические и социальные основы обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации;

- регулирует в этой области отношения между органами государственной власти, органами местного самоуправления, общественными объединениями, юридическими лицами, должностными лицами, гражданами (физическими лицами), в том числе индивидуальными предпринимателями.

Федеральный закон № 184–ФЗ регулирует отношения, возникающие:

- при разработке, принятии, применении и исполнении обязательных требований к продукции или к связанным с ними процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа;
- при наладке, эксплуатации, хранении, перевозке, реализации и утилизации;
- при разработке, принятии, применении и исполнении на добровольной основе требований к продукции, процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг в целях добровольного подтверждения соответствия;
- при оценке соответствия. Настоящий Федеральный закон также определяет права и обязанности участников, регулируемых настоящим Федеральным законом отношений.

«Федеральный закон № 123–ФЗ определяет:

- основные положения технического регулирования в области ПБ;
- устанавливает общие требования ПБ к объектам защиты (продукции), в том числе к зданиям, сооружениям и строениям, промышленным объектам, к пожарно-технической продукции и продукции общего назначения» [26].

Положения Федерального закона № 184–ФЗ обязательны для исполнения:

- при строительстве, капитальном ремонте, проектировании, техническом перевооружении, реконструкции, изменении функционального назначения, техническом обслуживании, эксплуатации и утилизации объектов защиты;
- при разработке, принятии, применении и исполнении технических регламентов, содержащих требования пожарной безопасности, а также нормативных документов по пожарной безопасности;
- при разработке технической документации на объекты защиты.

Также необходимо пользоваться Национальными стандартами и сводами правил. Согласно Федеральному закону № 123–ФЗ в случае, если положениями настоящего Федерального закона устанавливаются более высокие требования пожарной безопасности, чем требования, действовавшие до дня вступления в силу соответствующих положений настоящего Федерального закона, в отношении объектов защиты, которые были введены в эксплуатацию либо проектная документация на которые была направлена на экспертизу до дня вступления в силу соответствующих положений настоящего Федерального закона, применяются ранее действовавшие требования. При этом в отношении объектов защиты, на которых были проведены капитальный ремонт, реконструкция или техническое перевооружение, требования настоящего Федерального закона применяются в части, соответствующей объему работ по капитальному ремонту, реконструкции или техническому перевооружению (п. 4 ст. 4).

В национальных стандартах и сводах правил могут указываться требования технических регламентов, для соблюдения которых на добровольной основе применяются национальные стандарты и (или) своды правил. Применение на добровольной основе стандартов и (или) сводов правил является достаточным условием соблюдения требований соответствующих технических регламентов. В случае применения национальных стандартов и (или) сводов правил для соблюдения требований технических регламентов оценка соответствия требованиям технических



регламентов может осуществляться на основании подтверждения их соответствия национальным стандартам и (или) сводам правил.

Неприменение национальных стандартов и (или) сводов правил не может оцениваться как несоблюдение требований технических регламентов. В этом случае допускается применение иных документов для оценки соответствия требованиям технических регламентов. Федеральные органы исполнительной власти вправе издавать в сфере технического регулирования акты только рекомендательного характера, за исключением случаев, установленных статьями 5 и 9.1 закона «О техническом регулировании» № 184 – ФЗ. Вышеизложенное означает, что национальные стандарты и своды правил являются документами добровольного применения. Необходимо иметь в виду, что нужно аргументировать свою позицию, почему вы не применяете на своем производстве те или иные рекомендации. С целью обеспечения заинтересованных лиц информацией о документах, входящих в состав федерального информационного фонда технических регламентов и стандартов, а также о нормативных документах по оценке соответствия и метрологии создана

## **1.2 Анализ соблюдения требований пожарной безопасности в многофункциональном торгово-развлекательном центре «Слон»**

ТРК «Слон» – крупнейший торгово-развлекательный комплекс в городе Миасс.

Комплекс удобно расположен в центральной части города в непосредственной близости с транспортными развязками, остановками и спальными районами.

Общая площадь комплекса составляет 42 000 м<sup>2</sup>, совмещает в себе современный торговый центр и полноценный развлекательный комплекс для всей семьи.

Торговый комплекс представляет собой здание, состоящее из 2-х частей. Первая очередь ТРК была введена в эксплуатацию и открыта для посетителей в сентябре 2011 г., вторая – в декабре 2012 г.

Здание расположено в 4-х наземных уровнях и цокольном этаже.

ТРК «Слон» (рисунок 1) включает в себя:

- просторный фудкорт;
- летние террасы с панорамным видом на город;
- трехзальный кинотеатр;
- детская игровая комната;
- продуктовый гипермаркет.

Ежедневный трафик составляет от 12 000 до 20 000 человек.

Торгово-развлекательный комплекс «Слон» – самый крупный комплекс г. Миасс, сдает в аренду торговые площади. Он находится в самом центре города и имеет удобные подъездные пути.

Парковка на 1000 машиномест вместит всех посетителей комплекса. В ТРК «Слон» располагаются отделы с одеждой и аксессуарами отечественных и иностранных производителей.

Работают гипермаркет бытовой техники и электроники «RBT», супермаркет спортивных товаров «Спортмастер», гипермаркет «SPAR», многозальный 3D кинотеатр «Гавайи».

В развлекательном комплексе «Планета» работает ресторан, боулинг, зона с игровыми автоматами.

Кроме покупок и развлечений в ТРК «Слон» предусмотрены места, где можно оплатить коммунальные услуги и совершить необходимые банковские операции. Работает центр бытовых услуг – изготовление ключей и швейное ателье.

Для комфортного пребывания гостей в комплексе предусмотрен гардероб.

На рисунке 1 представлено месторасположение многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон»

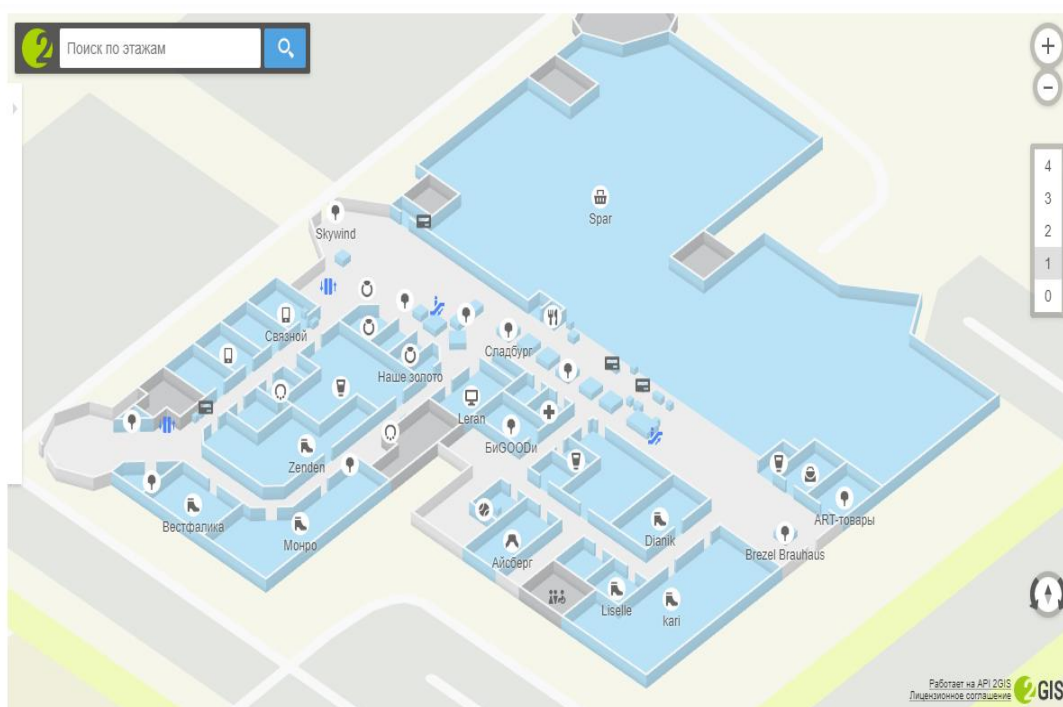


Рисунок 1 – Месторасположение многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон»

Основная горячая нагрузка многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон» представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Горячая нагрузка многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон»

Назначение помещения	Пожарная нагрузка, кг/м <sup>2</sup>	Горючие материалы
Служебные помещения, офисы	10	офисная мебель, оргтехника, бумага
Кинотеатр «Гавайи»	До 100	строительные и отделочные материалы и изделия, лакокрасочные материалы, электрооборудование
Гипермаркет «SPAR»	50	продукты питания, бытовая химия, горячая упаковка
RBT.RU	50	электробытовая, компьютерная техника и оборудование, горячая упаковка
Бутики и магазины	15	одежда, обувь, бельё, кожгалантерея, бытовая техника и т.п

На территории ТРЦ «Слон» отсутствуют техпроцессы и нет пожаро-взрывоопасных производств.

В обращении ТРЦ «Слон» отсутствуют аварийно опасные химические вещества и радиоактивные вещества.

Здесь нет помещений с газовыми баллонами, радиоактивными материалами, химическими веществами, веществами, реагирующими с водой и так далее.

Электроснабжение помещений – 220 В, кухни и прачечной – 380 В. На этажах имеются распределительные электрощитовые, на 1–м этаже имеется основная электрощитовая, от которой можно обесточить все здание.

Здание имеет естественную вытяжную вентиляцию через каналы вдоль капитальных стен и вытяжные шахты на крыше, принудительная вентиляция расположена в помещении кухни и прачечной.

Центральное отопление – водяное. Подача теплоносителя осуществляется от городской котельной центрального отопления. В доме центральное и индивидуальное отопление. В служебном помещении на стоянке радиаторное отопление. В остальной части комплекса предусмотрено воздушное отопление за счет приточной вентиляции и кондиционирование крыши.

К зданию ТРК (высотой 17,25 м согласно п.3.1 СП 1.13130.2020, п. 1.4 прим.\* СП 2.13130.2020) обеспечен подъезд пожарных автомобилей со всех сторон.

Не менее двух эвакуационных выходов имеют:

- помещения подвальных и цокольных этажей, предназначенные для одновременного пребывания более 15 чел;
- помещения, предназначенные для одновременного пребывания более 50 чел., в соответствии с п. 4.2.1 СП 1.13130.2020.

Не менее двух эвакуационных выходов имеют подвальные и цокольные этажи при площади более 300 м<sup>2</sup> или предназначенные для одновременного пребывания более 15 человек.

Количество эвакуационных выходов с каждого этажа не менее двух, в соответствии с п. 4.2.3 СП 1.13130.2020.

Эвакуационные выходы расположены рассредоточено, в соответствии с п. 4.2.4 СП 1.13130.2020.

«Общая пропускная способность всех выходов, кроме каждого одного из них, обеспечивает безопасную эвакуацию всех людей, находящихся в помещении, на этаже и в здании, в соответствии с п. 4.2.4 СП 1.13130.2020» [21].

На объекте приказом назначено ответственное лицо за организацию и состояние работы по пожарной безопасности.

В здании ТРК разработаны и утверждены: инструкция о мерах пожарной безопасности и планы эвакуации в случае пожара, которые вывешены на видном месте.

Высота эвакуационных выходов из помещений в свету не менее 1,9 м. Ширина наружных дверей лестничных клеток и дверей из лестничных клеток не менее расчетной или ширины марша лестницы.

«Во всех случаях ширина эвакуационного выхода такова, что бы с учетом геометрии эвакуационного пути через проем или дверь можно было беспрепятственно пронести носилки с лежащим на них человеком, в соответствии с п. 4.2.5 СП 1.13130.2020» [21].

«Двери эвакуационных выходов и другие двери на путях эвакуации открываются по направлению выхода из здания, кроме помещений, для которых направление открывания дверей не нормируется, (помещений с одновременным пребыванием не более 15 чел., кладовых площадью не более 200 м<sup>2</sup> без постоянных рабочих мест, санитарных узлов), в соответствии с п. 4.2.6 СП 1.13130.2020» [21].

«Двери эвакуационных выходов с этажей и лестничных клеток не имеют запоров, препятствующих их свободному открыванию изнутри без ключа. В здании ТРК (высотой более 15 м) указанные двери выполнены противопожарными, в соответствии с п. 4.2.7 СП 1.13130.2020» [21].

«Двери лестничных клеток оборудованы приспособлением для самозакрывания и с уплотнением в притворах, в соответствии с п. 4.2.7 СП 1.13130.2020» [21].

«Пути эвакуации оборудованы эвакуационным освещением, в соответствии с п. 7.62 СНиП 23-05-95\*, п.4.3.1. СП 1.13130.2020» [21].

В здании на путях эвакуации не применяются материалы с более высокой пожарной опасностью, чем:

- Г1, В1, Д2, Т2 – для отделки стен, потолков и заполнения подвесных потолков в вестибюлях, лестничных клетках, лифтовых холлах;
- Г2, В2, Д3, Т3 или Г2, В3, Д2, Т2 – для отделки стен, потолков и заполнения подвесных потолков в общих коридорах, холлах и фойе;
- Г2, РП2, Д2, Т2 – для покрытий пола в вестибюлях, лестничных клетках, лифтовых холлах;
- В2, РП2, Д3, Т2 – для покрытий пола в общих коридорах, холлах и фойе.

«Каркасы подвесных потолков в помещениях и на путях эвакуации из негорючих материалов, в соответствии с п. 4.3.2 СП 1.13130.2020» [21].

«В коридорах на путях эвакуации не допущено размещение оборудования, выступающего из плоскости стен на высоте менее 2 м, газопроводы и трубопроводы с горючими жидкостями, а также встроенные шкафы, в соответствии с п. 4.3.3 СП 1.13130.2020» [21].

Высота горизонтальных участков путей эвакуации в свету составляет не менее 2 м, ширина горизонтальных участков путей эвакуации составляет не менее:

- 0,7 м – для проходов к одиночным рабочим местам;
- 1,0 м – во всех остальных случаях.

«В полу на путях эвакуации не допущены перепады высот менее 45 см и выступы, за исключением порогов в дверных проемах. На путях эвакуации

не допущено устройство винтовых лестниц, лестниц полностью или частично криволинейных в плане, а также забежных и криволинейных ступеней, ступеней с различной шириной проступи и различной высоты в пределах марша лестницы и лестничной клетки, в соответствии с п. 4.3.4 СП 1.13130.2020» [21].

«Уклон лестниц на путях эвакуации, не более 1:1; ширина проступи – не менее 25 см, а высота ступени – не более 22 см, в соответствии с п. 4.4.2 СП 1.13130.2020» [21].

Ширина лестничных площадок составляет не менее ширины марша.

«Двери, выходящие на лестничную клетку, в открытом положении не уменьшают расчетную ширину лестничных площадок и маршей, в соответствии с п. 4.4.3 СП 1.13130.2020» [21].

В лестничных клетках не допущено размещение трубопроводов с горючими газами и жидкостями, встроенные шкафы, открыто проложенные электрические кабели и провода (за исключением электропроводки для слаботочных устройств), для освещения коридоров и лестничных клеток, а также выходов из грузовых лифтов и грузовых подъемников.

«В объеме лестничных клеток не допущено устройство любых встроенных помещений, в соответствии с п. 4.4.4 СП 1.13130.2020» [21].

«Лестничные клетки имеют выход наружу на прилегающую к зданию территорию непосредственно, в соответствии с п. 4.4.6 СП 1.13130.2020» [21].

Лестничные клетки, типа Л1, имеют, световые проемы площадью не менее 1,2 м<sup>2</sup> в наружных стенах на каждом этаже, в соответствии.

«Лестничные клетки типа Л2 имеют в покрытии световые проемы площадью не менее 4 м<sup>2</sup> с просветом между маршами шириной не менее 0,7 м, в соответствии с п. 4.4.7 СП 1.13130.2020» [21].

«Ширина лестничного марша в зоне кинозалов составляет не менее ширины выхода на лестничную клетку, но не менее 1,35 м, в соответствии с п. 6.2.4 СП 1.13130.2020» [21].

«Ширина лестничных площадок не менее ширины марша, в соответствии с п. 6.1.5 СП 1.13130.2020» [21].

«Ширина эвакуационных выходов в свету составляет не менее 1,2 м при числе эвакуирующихся более 50 чел., 6.1.11 СП 1.13130.2020» [21].

«Ширина горизонтальных участков путей эвакуации в свету составляет не менее 1,2 м для общих коридоров, по которым могут эвакуироваться из помещений более 50 чел., 6.1.12 СП 1.13130.2020» [21].

«Лестница 2-го типа не отделена от примыкающих помещений противопожарными перегородками 1-го типа, (при устройстве автоматического пожаротушения во всем здании), что не противоречит п. 6.1.14 СП 1.13130.2020» [21].

«Ширина эвакуационного выхода из коридора на лестничную клетку, а также ширина маршей лестниц установлена в зависимости от числа эвакуирующихся через этот выход из расчета на 1 м ширины выхода (двери) в зданиях классов пожарной опасности С0 не более 165 чел., в соответствии с 6.1.18 СП 1.13130.2020» [21].

«Для расчета путей эвакуации число людей, одновременно находящихся в демонстрационном зале, принято по числу мест в зале, в соответствии с 6.1.22 СП 1.13130.2020» [21].

Ширина дверных проемов в зрительном зале не менее 1,2 м.

«Двери выходов из зрительного зала выполнены самозакрывающимися с уплотненными притворами, в соответствии с 6.1.23 СП 1.13130.2020» [21].

Глубина кресел, стульев и скамей в зрительном зале обеспечивает ширину проходов между рядами не менее 0,45 м.

«Число непрерывно установленных мест в ряду принято при одностороннем выходе из ряда не более 26, при двустороннем – не более 50, в соответствии с 6.1.24 СП 1.13130.2020» [21].

«Кресла, в зрительных залах предусмотрены с устройствами для крепления к полу, в соответствии с 6.1.37 СП 1.13130.2020» [21].



«Ширина эвакуационных выходов (двери) из торговых залов определена по числу эвакуирующихся через выход людей, но не менее 1,2 м в залах вместимостью более 50 чел., в соответствии с 7.2.3 СП 1.13130.2020» [21].

Ширина основных эвакуационных проходов в торговых залах составляет не менее, м:

- 1,4 – при торговой площади до 100 м<sup>2</sup>;
- 1,6 – при торговой площади св.100 до 150 м<sup>2</sup>.

«Для расчета путей эвакуации число покупателей, одновременно находящихся в торговом зале, принято из расчета на одного человека – 3 м<sup>2</sup> площади торгового зала, включая площадь, занятую оборудованием, в соответствии с 7.2.5 СП 1.13130.2020» [21].

«Устройство эвакуационных выходов через разгрузочные помещения не допускается, в соответствии с 7.2.5 СП 1.13130.2020» [19].

«Ширина эвакуационных выходов (двери) из обеденных залов определены по числу эвакуирующихся, но не менее 1,2 м в залах вместимостью более 50 чел., в соответствии с 7.3.3 СП 1.13130.2020» [21].

«Расстояние от наиболее удаленной точки зала до ближайшей лестничной клетки или выхода из здания не превышает допустимых значений 7.3.2 СП 1.13130.2020» [21].

«Устройство эвакуационных выходов через разгрузочные помещения не предусмотрено, в соответствии с 7.3.4 СП 1.13130.2020» [21].

«Площадь этажа здания ТРК между противопожарными стенами 1-го типа, превышает допустимые значения, в нарушение п. 6.8.1 табл. 6.11 СП 2.13130.2020» [20].

«Строительные конструкции не способствуют скрытому распространению горения п. 5.2.2 СП 2.13130.2020» [20].

«В здании II степени огнестойкости, внешние поверхности наружных стен не имеют отделки из материалов групп горючести Г2-Г4 п. 5.2.3 СП 2.13130.2020» [20].

«Внутренние стены лестничных клеток типа не имеют проемов, за исключением дверных п. 5.4.16 СП 2.13130.2020» [20].

На рисунке 1 представлена схема первого этажа ТРК «СЛОН».

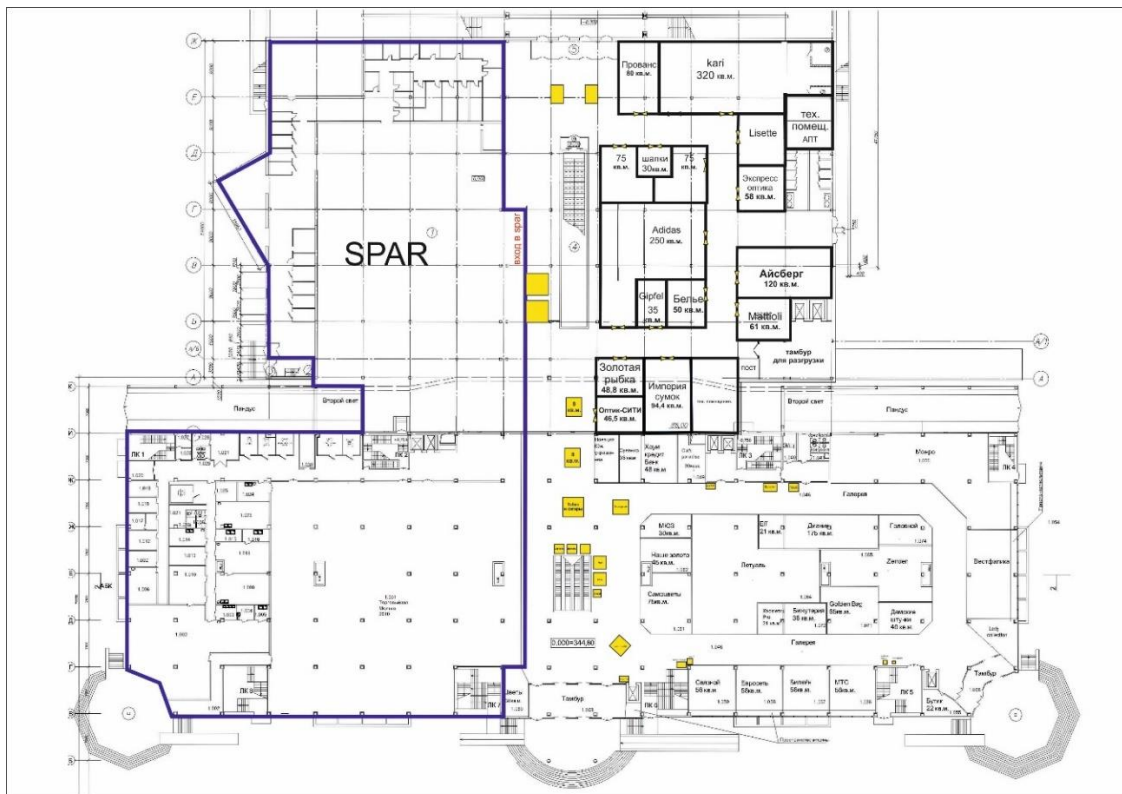


Рисунок 2 – Схема первого этажа ТРК «СЛОН»

На рисунке 3 представлена схема второго этажа ТРК «СЛОН».

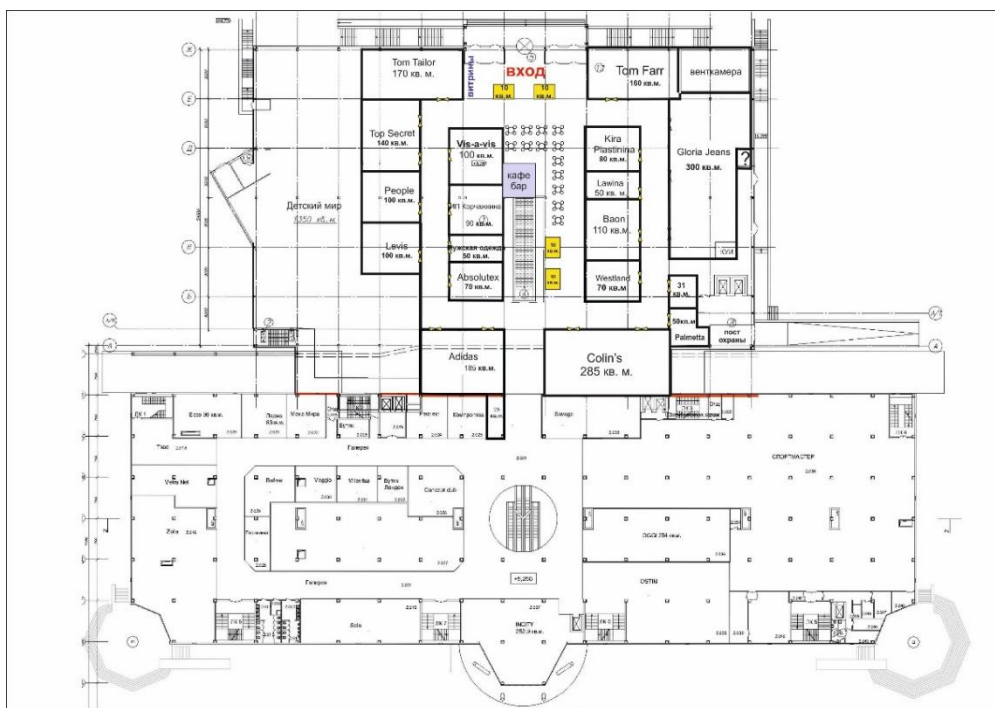


Рисунок 3 – Схема второго этажа ТРК «СЛОН»

На рисунке 4 представлена схема третьего этажа ТРК «СЛОН».

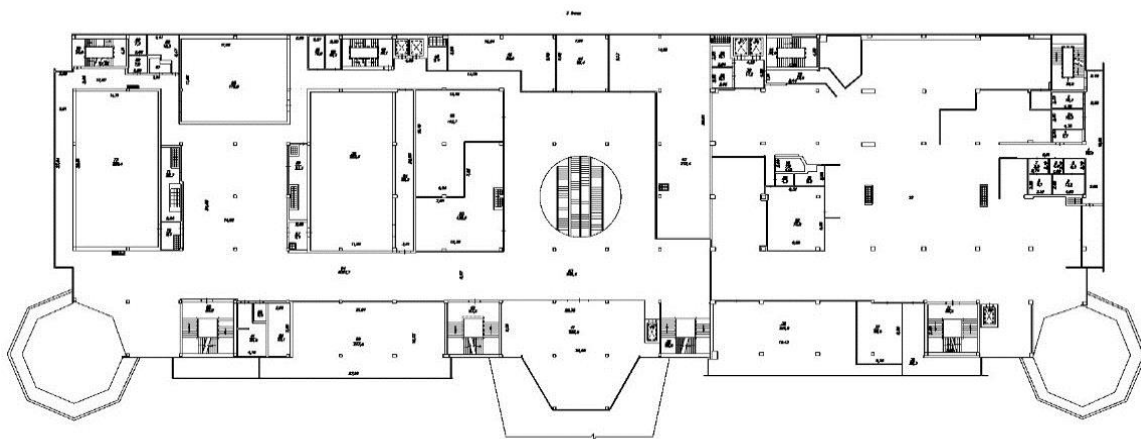


Рисунок 4 – Схема третьего этажа ТРК «СЛОН»

На рисунке 5 представлена схема четвертого этажа ТРК «СЛОН»

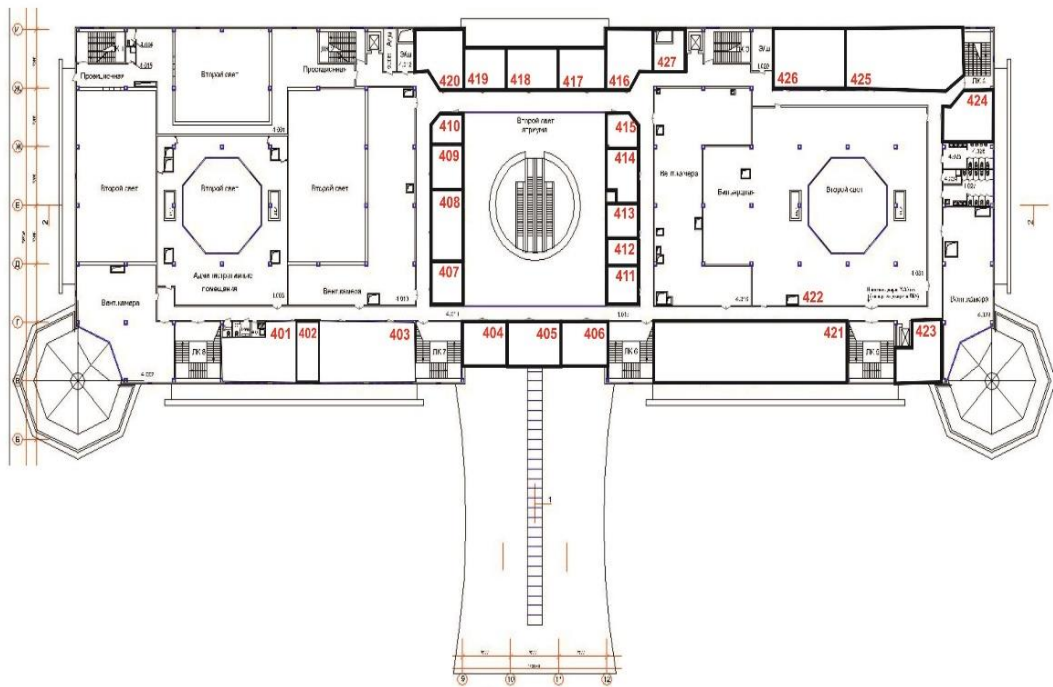


Рисунок 5 – Схема четвертого этажа ТРК «СЛОН»

В ТРК «СЛОН» на объекте общественного назначения размещены помещения различного функционального назначения, в соответствии с п. 5.1.5 СП 4.13130.2013.

«На объекте не допущено размещение производственных и складских помещений класса функциональной пожарной опасности Ф5, относящиеся к категориям А и Б, в соответствии с п. 5.1.9 СП 4.13130.2013» [19].

«Производственные, технические и складские помещения (класса функциональной пожарной опасности Ф5), категорий В1—В3, предназначенные для обеспечения их функционирования, отделены от других помещений и коридоров противопожарными перегородками 1-го типа и перекрытиями 3-го типа, производственные, технические и складские помещения категории В4, отделены от других помещений и коридоров противопожарными перегородками 2-го типа в соответствии с п. 5.1.10 СП 4.13130.2013» [19].

Одна из внутренних лестниц выполнена открытой на всю высоту здания, помещение, где она расположена, не отделено от примыкающих к нему коридоров и других помещений противопожарными перегородками, что не противоречит требованию п. 5.1.13 СП 4.13130.2013, при устройстве автоматического пожаротушения во всем здании.

### **1.3 Существующее состояние действующих систем обнаружения пожара и оповещения людей о пожаре многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон»**

В здании ТРЦ «Слон» установлена автоматическая пожарная сигнализация с системами оповещения и управления эвакуацией, все коридоры защищены детекторами дыма, а сигналы выводятся на пульт управления поста охраны. Подключенный к ПКК «Стрелец-мониторинг» ТЦ, сигнал поступает на центральный пункт управления ОГПС №5 России.

В здании ТРЦ «Слон» есть внутренний пожарный кран и автоматическая система водяного пожаротушения.

Наименование здания, защищенного автоматической системой водяного пожаротушения: здание ТРЦ «Слон», гипермаркет «СПАР», «RBT.RU».

Виды и характеристики установки.

Спринклерное оборудование пожаротушения, совмещенное с внутренним противопожарным водопроводом: здание ТРЦ «Слон» водяной, а подземная парковка – воздушной.

В состав входят насосная станция пожаротушения (1 шт.) и главный насос 1D 200–90а ( $Q = 180 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $H = 74 \text{ м}$ ,  $W = 75 \text{ кВт}$ , 2 шт.) и подпорный насос Lowara SV205F07T (2 шт.), попутные насосы Lowara SV205F07T (по 2 шт.), пожарный резервуар РГС-100 (3 шт.), узловые станции пожаротушения (2 шт.), оборудованные спринклерными оросителями (15 000 шт.).

Наличие и расположение автоматических и ручных пусковых установок пожаротушения.

Установка автоматически запускается с блока управления системой пожаротушения в помещении насосной станции пожаротушения с выводом информации на пульт оператора. Дежурные вручную запускают главный насос в помещении пожарной насосной станции.

Последовательность и рекомендации по применению при тушении пожаров.

Вода поступает по подающему и распределительному трубопроводу к спринклерному оросителю через заполненный водой клапан. Атмосферная оросительная установка находится под давлением, создаваемым устройством автоматического водоснабжения (подкачивающим насосом). В готовом состоянии АУПТ подвергается воздействию давления в диапазоне 5,5...7,0 кг/см<sup>2</sup>. Когда спринклер открыт, давление в подающем трубопроводе снижается, реле расхода жидкости активируется, чтобы указать положение пожара, и управляющие и сигнальные клапаны открываются. Вода попадает в зону пожаротушения через открытый ороситель. Когда давление в распределительном трубопроводе падает до 4,5 кг/см<sup>2</sup>, запускается основной насос. В случае дальнейшего снижения давления (основной насос не достигает заданных параметров), резервный насос запускается при давлении 4,0 кг/см<sup>2</sup>. Когда клапан открыт, сигнал тревоги отправляется на панель управления, установленную в помещении охраны. Подводящий трубопровод спринклерной системы снабжен трубопроводом пожарного крана.

«По проспекту Автозаводцев (с фасадной части ТК) проходит кольцевой противопожарный водопровод диаметром 300 мм, с расположенными на нем ближайшими ПГ в количестве 4 шт. Максимальное удаление от здания составляет 84,105 и 128 м. Напор в водопроводе составляет 30 м, средний расход 205 л/с» [15].

«По улице Лихачева с торца здания (с противоположной стороны от гипермаркета «SPAR» в 10 м есть ПГ–54 К–600» [15].

«С тыльной стороны здания ТК проходит кольцевой противопожарный водопровод диаметром 300 мм, с расположенными на нем ближайшими ПГ в количестве 4 шт. Максимальное удаление от здания составляет 13 м. Напор в водопроводе составляет 30 м, средний расход 205 л/с» [15].

По улице Романенко, у жилого дома расположен ПГ–56 К–300 в 107 м до здания ТК (с торца здания).

Противопожарные расстояния от здания ТРК до ближайших расположенных жилых и общественных зданий обеспечивают нераспространение пожара на соседние здания, сооружения, в соответствии со ст.69 №123-ФЗ

«СОУЭ включается автоматически от командного сигнала, формируемого автоматической установкой пожарной сигнализации или пожаротушения, в соответствии с п. 3.3 СП 3.13130.2009» [20].

«Кабели, провода СОУЭ и способы их прокладки обеспечивают работоспособность соединительных линий в условиях пожара в течение времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасную зону, в соответствии с п. 3.4 СП 3.13130.2009» [20].

«Управление СОУЭ осуществляется из помещения поста охраны, в соответствии с п. 3.5 СП 3.13130.2009» [20].

«Звуковые сигналы СОУЭ обеспечивают общий уровень звука (уровень звука постоянного шума вместе со всеми сигналами, производимыми оповещателями) не менее 75 дБА на расстоянии 3 м от оповещателя и на расстоянии 1,5 м от уровня пола, в соответствии с п. 4.1 и п. 4.2 СП 3.13130.2009» [20].

«Настенные речевые оповещатели располагаются таким образом, чтобы их верхняя часть была на расстоянии не менее 2,3 м от уровня пола, и расстояние от потолка до верхней части оповещателя не менее 150 мм, в соответствии с п. 4.4 СП 3.13130.2009» [20].

«Количество речевых пожарных оповещателей, их расстановка и мощность обеспечивают уровень звука во всех местах постоянного или временного пребывания людей в соответствии с п. 4.8 СП 3.13130.2009» [20].

«Эвакуационные знаки пожарной безопасности, принцип действия которых основан на работе от электрической сети, включаются одновременно с основными осветительными приборами рабочего освещения, в соответствии с п. 5.1 СП 3.13130.2009» [20].

«Световые оповещатели «Выход» в зрительных, демонстрационных, выставочных и других залах должны включаться на время пребывания в них людей, в соответствии с п. 5.2 СП 3.13130.2009» [20].

«Световые оповещатели «Выход» установлены: в зрительных залах, в помещениях с одновременным пребыванием 50 и более человек, над эвакуационными выходами с этажей здания, непосредственно наружу или ведущими в безопасную зону, в соответствии с п. 5.3 СП 3.13130.2009» [20].

«Эвакуационные знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения, установлены: в коридорах длиной более 50 м, на расстоянии не более 25 м друг от друга, на высоте не менее 2 м, в соответствии с п. 5.4, п. 5.5 СП 3.13130.2009» [20].

Противопожарные расстояния между зданием ТРК и соседними зданиями не превышает требований п. 4.3 таблицы 1 СП 4.13130.2013.

«Расстояние между спринклерными оросителями и стенами (перегородками) не превышает 2 м., а между двумя оросителями не более 4 м. и не менее 1,5 по горизонтали, в соответствии с п. 5.2.22, таблицы 5.1 СП 485.1311500.2020» [17].

Аппаратура управления автоматической установки пожаротушения обеспечивает:

- а) автоматический пуск рабочих насосов (пожарных и насосов-дозаторов);



- б) автоматический пуск резервных насосов (пожарного и насоса-дозатора) в случае отказа пуска или невыхода рабочих насосов на режим в течение установленного времени;
- в) автоматическое включение электроприводов запорной арматуры;
- г) автоматический пуск и отключение дренажного насоса, жокей-насоса;
- е) автоматическое или местное управление устройствами компенсации утечки огнетушащего вещества из трубопроводов и гидропневматических емкостей;
- ж) автоматический контроль: соединительных линий запорных устройств с электроприводом на обрыв; соединительных линий приборов, регистрирующих срабатывание узлов управления, формирующих команду на автоматическое включение пожарных насосов и насосов-дозаторов на обрыв и короткое замыкание, в соответствии с п. 12.3.1 СП 485.1311500.2020.

В помещении насосной станции предусмотрено устройство: местного пуска и остановки насосов, в соответствии с п. 12.3.3 СП 485.1311500.2020.

Насосные станции автоматических установок пожаротушения следует относить к I категории надежности действия и к I категории по степени обеспеченности подачи воды согласно [17] и по I категории надежности электроснабжения согласно [17]. п. 5.10.4 СП 485.1311500.2020.

Трубопроводы АУПТ выполнены из стальных труб п. 5.7.1 СП 485.1311500.2020

Количество оросителей на одной ветви распределительного трубопровода не ограничивается; при этом распределительная сеть АУП обеспечивает нормативные расход и интенсивность орошения п. 5.7.9 СП 485.1311500.2020

Питающие и распределительные трубопроводы установок следует прокладывать с уклоном в сторону узла управления или спускных устройств, равным не менее:

- 0,01 для труб с номинальным диаметром менее DN 50;
- 0,005 для труб с номинальным диаметром DN 50 и более. п. 5.7.15 СП 485.1311500.2020.

В помещении поста охраны, с персоналом, ведущим круглосуточное дежурство, предусмотрено:

- световая и звуковая сигнализация: о пуске насосов, о начале работы установки с указанием направлений, по которым подается огнетушащее вещество, в соответствии с п. 12.3.5. СП 485.1311500.2020.

В помещении насосной станции предусмотрена световая сигнализацию:

- о наличии напряжения на основном и резервном вводах электроснабжения;
- об отключении автоматического пуска пожарных насосов, насосов-дозаторов, дренажного насоса;
- о неисправности электрических цепей приборов, регистрирующих срабатывание узлов управления и выдающих команду на включение установки и запорных устройств (с расшифровкой по направлениям);
- о неисправности электрических цепей управления задвижками запорных устройств с электроприводом (с расшифровкой по направлениям);
- об отсутствии полного открытия задвижек запорных устройств с электроприводом в режиме подачи команды на их открытие (с расшифровкой по направлениям);
- об аварийном уровне в пожарном резервуаре, в соответствии с п. 12.3.6 СП 485.1311500.2020.

В здании применяются линейные и точечные дымовые адресные пожарные извещатели, в соответствии с п. 13.1.12 13.3.3 СП 485.1311500.2020.

Точечные пожарные извещатели установлены под перекрытием.

С учетом воздушных потоков в защищаемом помещении, вызываемых приточной или вытяжной вентиляцией, при этом расстояние от извещателя до вентиляционного отверстия не менее 1 м, в соответствии с п. 13.3.4 и п.13.3.6 СП 485.1311500.2020.

Расстояния между извещателями не более 8,5 м, а между стеной и извещателем не более 4 м, в соответствии с п. 13.3.7 табл. 13.3 и 13.5 СП 485.1311500.2020.

В таблице 2 перечислены характеристики защищаемых помещений ТРК «Слон».

Таблица 2 – Характеристики защищаемых помещений ТРК «Слон»

Высота защищаемого помещения, м	Средняя площадь, контролируемая одним извещателем, м <sup>2</sup>	Расстояние, м	
		между извещателями	от извещателя до стены
До 3,5	До 85	9,0	4,5
Св. 3,5 до 6,0	До 70	8,5	4,0
Св. 6,0 до 10,0	До 65	8,0	4,0
Св. 10,0 до 12,0	До 55	7,5	3,5

«Излучатель и приемник (приемо-передатчик и отражатель) линейных дымовых пожарных извещателей установлены на стенах, обеспечивающих их жесткое крепление, таким образом, что их оптическая ось проходит на расстоянии не менее 0,1 м и не более 0,6 м от уровня перекрытия, в соответствии с п. 13.5.1 СП 485.1311500.2020» [17].

«Линейные дымовые пожарные извещатели расположены таким образом, чтобы максимальное расстояние между их параллельными оптическими осями было не более 9,0 м, а оптической осью и стеной – не более 4,5 м, в соответствии с п. 13.5.3 СП 485.1311500.2020» [17].

«Пожаростойкость проводов и кабелей, подключаемых к различным компонентам систем пожарной автоматики, должна быть не меньше времени выполнения задач этими компонентами для конкретного места установки. п. 13.15.7 СП 485.1311500.2020» [17].

«Не допускается совместная прокладка шлейфов пожарной сигнализации и соединительных линий систем пожарной автоматики с напряжением до 60 В с линиями напряжением 110 В и более в одном коробе, трубе, жгуте, замкнутом канале строительной конструкции или на одном лотке п. 13.15.14 СП 485.1311500.2020» [17].

«Формирование сигналов на управление в автоматическом режиме установками пожаротушения, или дымоудаления, или оповещения, или инженерным оборудованием должно осуществляться при срабатывании не менее двух пожарных извещателей, включенных по логической схеме «И». п. 14.1 СП 485.1311500.2020» [17].

«По степени обеспечения надежности электроснабжения системы противопожарной защиты отнесены к I категории согласно Правилам устройства электроустановок п. 14.1 СП 485.1311500.2020» [17].

«Кабельные линии систем противопожарной защиты выполнены огнестойкими кабелями с медными жилами, не распространяющими горение, в соответствии с п. 4.1 СП 6.13130.2013» [19].

В качестве резервного источника электропитания автоматических установок пожаротушения и систем пожарной сигнализации применяются блоки бесперебойного питания, которые обеспечивают питание электроприемников в дежурном режиме в течение 24 ч плюс 3 ч работы системы пожарной автоматики в тревожном режиме, в соответствии с п. 4.3 СП 485.1311500.2020.

Кабельные линии систем противопожарной защиты сохраняют работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для функционирования конкретных систем защищаемого объекта, в соответствии с п. 4.5 СП 6.13130.2013.

Кабельные линии систем оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) и пожарной сигнализации сохраняют работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасную зону, в соответствии с п. 4.6 СП 6.13130.2013.

Системы противодымной вентиляции выполнены автономными для каждого пожарного отсека, в соответствии с п. 7.1 СП 7.13130.2013.

Системы вытяжной противодымной вентиляции для удаления продуктов горения при пожаре предусмотрены: из атриумов высотой более 15 м с галереями, выходящими в пространство атриумов, из каждого помещения без естественного освещения площадью 50 м<sup>2</sup> и более с постоянными рабочими местами, предназначенного для хранения или использования горючих веществ и материалов, торговых залов магазинов;

Для торговых залов бутиков без естественного освещения площадью не более 50 м<sup>2</sup> удаление продуктов горения предусмотрено через примыкающие коридоры, рекреации, атриумы, в соответствии с п. 7.2 СП 7.13130.2013.

Системы вентиляции предусмотрены отдельными для групп помещений, размещенных в разных пожарных отсеках п. 7.1 СП 7.13130.2013

Для зданий и помещений, оборудованных автоматическими установками пожаротушения и (или) автоматической пожарной сигнализацией, следует предусматривать автоматическое отключение при пожаре систем общеобменной вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления (далее – системы вентиляции), а также закрытие противопожарных нормально открытых клапанов. Отключение систем вентиляции и закрытие противопожарных нормально открытых клапанов должно осуществляться по сигналам, формируемым автоматическими установками пожаротушения и (или) автоматической

пожарной сигнализацией, а также при включении систем противодымной вентиляции в соответствии с с пунктом 7.19. п. 6.24 СП 7.13130.2013

Для систем вытяжной противодымной вентиляции предусмотрено:

- а) вентиляторы различных аэродинамических схем с расчетными пределами огнестойкости
- б) воздуховоды и каналы согласно пунктам 6.13, 6.16 из негорючих материалов класса герметичности В по [8] с пределами огнестойкости, не менее:
  - EI 150 – для транзитных воздуховодов и шахт за пределами обслуживаемого пожарного отсека; при этом на транзитных участках воздуховодов и шахт, пересекающих противопожарные преграды пожарных отсеков, не следует устанавливать противопожарные нормально открытые клапаны;
  - EI 45 – для вертикальных воздуховодов и шахт в пределах обслуживаемого пожарного отсека при удалении продуктов горения непосредственно из обслуживаемых помещений;
  - EI 30 – в остальных случаях в пределах обслуживаемого пожарного отсека;
- в) нормально закрытые противопожарные клапаны с пределом огнестойкости, не менее:
  - EI 45 – при удалении продуктов горения непосредственно из обслуживаемых помещений;
  - EI 30 – для коридоров и холлов при установке клапанов на ответвлениях воздуховодов от дымовых вытяжных шахт;
  - E 30 – для коридоров и холлов при установке дымовых клапанов непосредственно в проемах шахт в составе противопожарных нормально закрытых клапанов (за исключением дымовых клапанов) не допускается применять заслонки без термоизоляции;

г) выброс продуктов горения над покрытиями зданий и сооружений на расстоянии не менее 5 м от воздухозаборных устройств систем приточной противодымной вентиляции; выброс в атмосферу следует предусматривать на высоте не менее 2 м от кровли из горючих материалов; допускается выброс продуктов горения на меньшей высоте при защите кровли негорючими материалами на расстоянии не менее 2 м от края выбросного отверстия или без такой защиты при установке вентиляторов крышного типа с вертикальным выбросом. Допускается выброс продуктов горения:

- через дымовые люки с учетом скорости ветра и снеговой нагрузки;
- через решетки на наружной стене (или через шахты у наружной стены) на фасаде без оконных проемов или на фасаде с окнами на расстоянии не менее 5 м по горизонтали и по вертикали от окон и не менее 2 м по высоте от уровня земли или при меньшем расстоянии от окон при обеспечении скорости выброса не менее 20 м/с;
- через отдельные шахты на поверхности земли на расстоянии не менее 15 м от наружных стен с окнами или от воздухозаборных устройств систем приточной общеобменной вентиляции других примыкающих зданий или систем приточной противодымной вентиляции данного здания. п. 7.11СП 7.13130.2013.

Расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар) здания классов функциональной пожарной опасности, ФЗ, принят для части здания, требующей наибольшего расхода воды (первой очереди), по таблице 2, в соответствии с п. 5.2 СП 8.13130.2020.

Для здания ТРК предусмотрен существующий кольцевой хозяйственно-питьевой водопровод диаметром 500 мм, совмещенный с наружным противопожарным водопроводом, в соответствии с п. 4.1 СП 8.13130.2020.

Для данного 4-х этажного здания строительным объемом 237000 куб. м. расход на нужды пожаротушения составляет 40 л/с (с учетом 25%

увеличения расхода воды при объеме здания более 150 тыс. куб м согласно ч.7 ст.68 №123-ФЗ), в соответствии с ч.6 и табл.8 ст.68 №123-ФЗ, п. 5.2 табл.2 СП 8.13130.2020.

Подачу требуемого на нужды пожаротушения расхода воды обеспечивают 4 пожарных гидранта, расположенные на расстоянии менее 200 м от объекта защиты, в соответствии с п. 8.4 СП 8.13130.2020. Пожарные гидранты расположены таким образом, что каждая точка зданий тушится одновременно от двух гидрантов.

Пожарные гидранты предусмотрены вдоль автомобильных дорог на расстоянии не более 2,5 м от края проезжей части, но не ближе 5 м от стен зданий или на проезжей части, в соответствии с п. 8.6 СП 8.13130.2020.

Место установки ПГ обозначено указателями, в соответствии с ГОСТ 12.4.026-2015.

На защищаемом объекте допущены к использованию огнетушители, прошедшие сертификацию в установленном порядке, в соответствии с п. 4.1.26 СП 9.13130.2009.

Огнетушители введены в эксплуатацию в полностью заряженном и работоспособном состоянии, с опечатанным узлом управления пускового (для огнетушителей с источником вытесняющего газа). Они находятся на отведенных им местах в течение всего времени эксплуатации, в соответствии с п. 4.1.27 СП 9.13130.2009.

На объекте определено лицо, ответственное за приобретение, сохранность и контроль состояния огнетушителей, в соответствии с п. 4.1.32 СП 9.13130.2009.

Каждый огнетушитель, установленный на объекте, имеет порядковый номер и специальный паспорт. Учет проверки наличия и состояния огнетушителей ведется в журнале, в соответствии с п. 4.1.33 СП 9.13130.2009.

Огнетушители расположены в пожарных шкафах, (защищены от воздействия прямых солнечных лучей, тепловых потоков, механических



воздействий и других неблагоприятных факторов. Они хорошо видны и легкодоступны в случае пожара), на шкафах установлены указатели их местоположения. выполненные по ГОСТ 12.4.026 в соответствии с п. 4.2.1, п. 4.2.3 СП 9.13130.2009.

Расстояние от возможного очага пожара до ближайшего огнетушителя не превышает 20 м, в соответствии с п. 4.2.4 СП 9.13130.2009.

Пусковое (запорно-пусковое) устройство огнетушителей и дверцы шкафа опломбированы, в соответствии с п. 4.2.6 СП 9.13130.2009.

Огнетушители, введенные в эксплуатацию, подвергаются техническому обслуживанию, которое обеспечивает поддержание огнетушителей в постоянной готовности к использованию и надежную работу всех узлов огнетушителя в течение всего срока эксплуатации, в соответствии с п. 4.3.1 СП 9.13130.2009.

Проводятся ежеквартальные и ежегодные проверки огнетушителей, в соответствии с п. 4.3.6, п. 4.3.7 СП 9.13130.2009.

О проведенных проверках делают отметку в журнале учета огнетушителей, в соответствии с п. 4.3.16 СП 9.13130.2009.

В здании ТРК выполнен внутренний противопожарный водопровод расходом две струи по 2,5 л/сек., в соответствии с п.4.1.1 табл.1, п.4.1.3 СП 10.13130.2020.

Установка пожарных кранов на водопроводной сети выполнена в шкафах ШПК-Пульс-315 (В.Н), которые установлены доступном месте, при этом их расположение не препятствует и не затрудняет эвакуацию людей в случае пожара, в соответствии с п.4.1.16 СП 8.13130.2020.

Пожарные краны установлены на высоте 1,35 м над полом и размещаются в шкафах, в соответствии с п.4.1.13 СП 8.13130.2020.

В здание предусмотрены два ввода водопровода диаметром 200 мм (от существующих водопроводных сетей).

Здание ТРК обеспечено:

- пожарными проездами и подъездами для пожарной техники;

- выходами на кровлю из лестничных клеток типа Л-1 по лестничным маршам шириной не менее 0,9 м с уклоном не более 2:1 с площадками перед выходами через противопожарные двери 2-го типа из расчета один выход на каждую 1000 кв.м бесчердачного покрытия;
- наружным и внутренним противопожарным водопроводом;
- системой противодымной защиты на пути следования личного состава внутри здания;
- пожарными лестницами на перепаде высот кровли более 1 м;
- зазорами между лестничными маршами размерами не менее 75 мм;
- парапетом высотой не менее 0,6 м на плоской кровле.

Помещение насосной станции пожаротушения оборудовано устройством для подключения (двумя патрубками с наружной стороны здания) пожарных автомобилей в случае пожара, в соответствии с п.5.10.20 СП 485.1311500.2020.

Пассажирские лифты с автоматическими дверями имеют режим работы, обозначающий пожарную опасность, включающийся по сигналу автоматической пожарной сигнализации независимо от загрузки лифта и направления движения кабины, возвращение кабины на основную посадочную площадку, открытие и удержание в открытом положении дверей кабины и шахты.

Приказом руководителя организации установлен соответствующий организации противопожарный режим, в том числе:

- запрещено курение;
- определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня;

- определен порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа, а также назначено лицо, ответственное за его проведение;
- регламентированы:
- действия работников при обнаружении пожара;
- порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы.

## **Выводы по разделу 1**

Итак, подытоживая первый раздел, в котором проводились исследования литературных источников, нормативных документов и правовых актов с целью анализа воздействия систем пожарной сигнализации на людей и процесс эвакуации людей из зданий и сооружений, можно сделать следующие выводы: рисовать.

«Противопожарная защита – это система технических и организационных мероприятий, проводимых на объектах для предотвращения пожаров, ограничения их распространения, обеспечения успешного тушения и создания условий для безопасной эвакуации людей» [26].

«Это так же система технических и организационных мероприятий, направленных на предотвращение пожаров, обеспечение условий для успешной эвакуации людей, а также локализацию и ликвидацию пожаров» [26].

В разделе рассмотрено существующее состояние действующих систем обнаружения пожара и оповещения людей о пожаре многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон». Торгово-развлекательного комплекс относится к общественным зданиям многофункционального назначения. В здании имеется система автоматической пожарной сигнализации, система оповещения и управления эвакуацией при пожаре, система внутреннего противопожарного водопровода, автоматического

водяного пожаротушения, дымоудаления.

## **2 Исследование способов и методов управления пожарными рисками на примере многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон»**

### **2.1 Исследование зависимости величины пожарного риска от состояния противопожарной защиты объектов**

Торгово-развлекательного комплекс относится к общественным зданиям многофункционального назначения. В здании имеется система автоматической пожарной сигнализации, система оповещения и управления эвакуацией при пожаре, система внутреннего противопожарного водопровода, автоматического водяного пожаротушения, дымоудаления. Наружное пожаротушение предусмотрено от пожарных гидрантов на пр. Автозаводцев

Здание введено в эксплуатацию в 2011 году.

Здание Торгово-развлекательного комплекса состоит:

- из пятиэтажной, включая цокольный этаж, части, размерами в плане  $142,5 \times 45$  м и высотой от планировочной отметки земли – 22 м (первая очередь);
- двухэтажного пристроя, размерами в плане  $90,4 \times 63$  м и высотой от планировочной отметки земли – 13,8 м (вторая очередь).

Строительно-конструктивные характеристики:

Фундаменты:

- под колонны – сборные железобетонного стаканы с монолитными основаниями;
- под стены здания – монолитные железобетонного, фундаментные балки;
- под стены лестничных клеток эскалатор, травалатор, лифтовые шахты– ленточные, монолитные, железобетонные, фундаментные балки, монолитные балки типа УДБ, ФБС.

Стены цоколя – бетонные блоки по ГОСТ 13579-78, полнотельный кирпич, монолитные балки типа УДБ, ФБС, ячеистые блоки.

Наружные стены – сэндвич панели с заполнением мин. ватой, толщиной 150мм.

Внутренние стены – кирпич, блоки ячеистого бетона, каркасно-обшивные с металлическим каркасом, каркасные.

Каркас – стальной пространственный каркас с жестким и шарнирным примыканиями ригелей к колоннам на каждом этаже.

Перекрытия междуэтажные, покрытия – сборные железобетонные пустотные и плоские плиты высотой 200 и 220 мм.

Стены лестничной клетки, лифтовых шахт, пояс по наружным стенам цоколя – керамический полнотельный кирпич. Толщина стен – 250 мм;

Лестницы – сборные железобетонного ступени по металлическим косоурам, (покрытые огнезащитной краской «Джокер М» и эмалью «СОЭ-7КМ» толщиной огнезащитного слоя 1,2 мм).

Лестничные площадки – монолитные железобетонного сборные.

Ограждение лестниц и атриума – индивидуальное – металл, стекло.

Парапет – из кирпича по ГОСТ 530-96.

Окна – пластиковые с двухкамерным стеклопакетом.

Двери – металлопластиковые с двухкамерным стеклопакетом, металлические и противопожарные в сертифицированном исполнении.

Вентканалы – в строительных конструкциях, приставные, подвесные короба.

Полы – бетонные, мозаичные, керамическая плитка, искусственный гранит, износостойкий линолеум.

Утеплитель – полистиролбетон, мин. плита, пенобетон.

Подвесные потолки – «ARMSTRONG», на металлическом каркасе, решетчатого типа «DONN» и др.

Кровля – совмещенная рулонная с кровельным покрытием «Бикрост», «Техноэласт», полимерными листами ЗАО «Пласт-Полимер», по профлисту

укладываются минераловатные плиты «Технориф», эксплуатируемая с организованным водостоком.

Витражи, фонари – тонированное, витринное огнестойкое стекло «Триплекс».

Атриум – бронированное и огнестойкое стекло, оконные конструкции с отдельным переплетом.

Крыльца – гранитные плиты.

Отопление – центральное водяное.

Вентиляция – общеобменная, дымоудаление.

Оконные проемы – пластиковые стекло пакеты

Дверные проемы – металлопластик, противопожарные

Степень огнестойкости здания -II;

Класс функциональной пожарной опасности Ф3;

Класс конструктивной пожарной опасности – С0.

Подъезд к зданию возможен с проспекта Автозаводцев. Ширина проездов не менее 6 м. Пожарный проезд обеспечивается с всех сторон здания. Обеспечен подъезд к эвакуационным выходам и к месту расположения пожарных водосточников.

Количество людей и места их расположения.

В расчет принято максимально возможное количество людей – 7789.

Время работы объекта: 12 часов.

Цоколь – 1242 человека

1 этаж – 2095 человек.

2 этаж – 2622 человека.

3 этаж – 1270 человек.

4 этаж – 560 человек.

Пути эвакуации и эвакуационные выходы.

Эвакуация в здании происходит по лестничным клеткам и эвакуационным выходам с 1 и цокольного этажа.

Сценарии аварийных ситуаций или пожара.

Анализируя пожарную опасность торгово-развлекательного комплекса, рассмотрены ситуации, в результате которых возникает опасность для жизни и здоровья людей. К таким ситуациям на данном объекте можно отнести пожар в здании. Источником возгорания может послужить электротепловая энергия, выделяемая в результате короткого замыкания по причине неисправности электрооборудования неосторожное обращение с огнем и другие источники зажигания.

В качестве наиболее вероятных и опасных событий, формирующих возникновение пожароопасных ситуаций, предусматриваются следующие сценарии:

С1 – Возгорание в помещении 19 1 этаж – кафе «Чайкоф». Месторасположение помещения представлено на рисунке 6.

С2 – Возгорание в помещении 162 2 этаж – кафе «Мамба». Месторасположение помещения представлено на рисунке 7.

С этой целью смоделированы сценарии эвакуации людей из существующего здания

На рисунках 6, 7 показаны места расположения очагов пожара и заблокированные выходы.

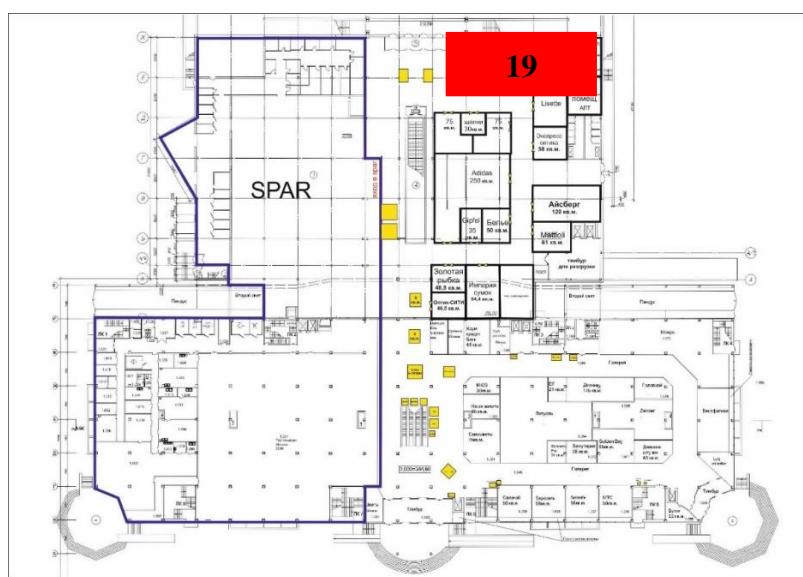


Рисунок 6 – Схема расположение очага пожара сценарий 1



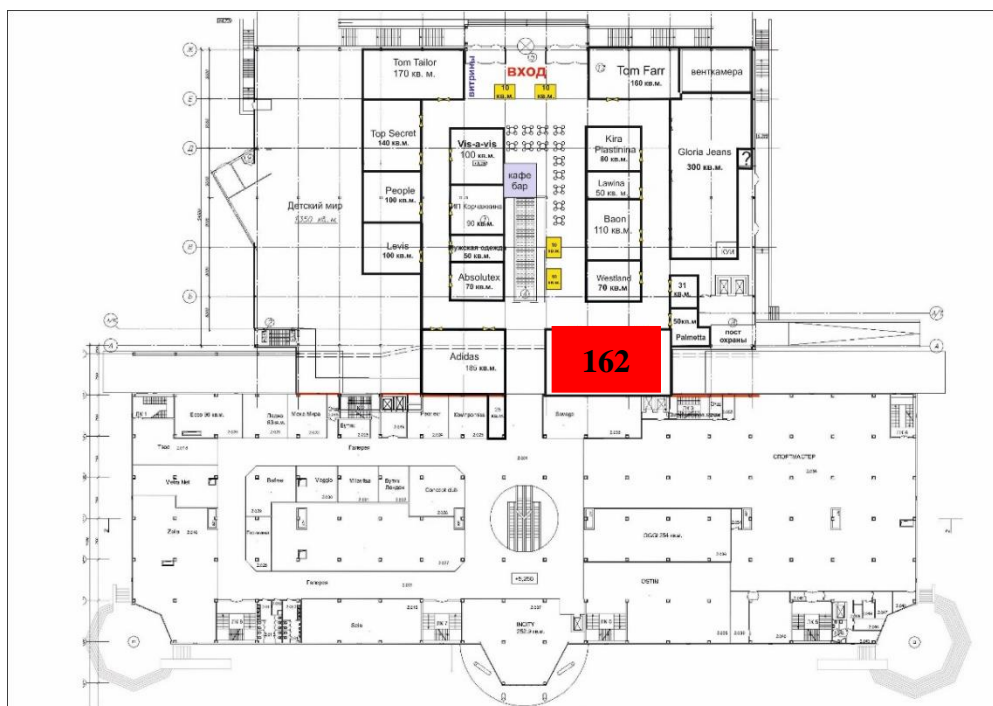


Рисунок 7 – Схема расположение очага пожара сценарий 2

В соответствии с методикой определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утвержденной Приказом МЧС от 30 июня 2009 г. № 382, расчетная величина индивидуального пожарного риска  $Q_v$  в каждом здании рассчитывается по формуле:

$$Q_v = Q_{\text{п}} \cdot (1 - R_{\text{ап}}) \cdot P_{\text{пр}} \cdot (1 - P_{\text{э}}) \cdot (1 - P_{\text{пр}}), \quad (1)$$

где  $Q_{\text{п}}$  – частота возникновения пожара в здании в течение года;

$R_{\text{ап}}$  – вероятность эффективного срабатывания установок автоматического пожаротушения (далее – АУПТ).

$P_{\text{пр}}$  – вероятность присутствия людей в здании определяется

$P_{\text{э}}$  – вероятность эвакуации людей;

$P_{\text{пр}}$  – вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре.

Значение параметра  $R_{ап}$  определяется технической надежностью элементов АУПТ, приводимых в технической документации. АУПТ в здании предусмотрены, однако его эффективность оценивается в 0,8, так как АУПТ сплинклерного типа смонтирована 10 лет назад и морально устарела.

Вероятность присутствия людей в здании определяется из соотношения:

$$P_{пр} = t_{функц} / 24, \quad (2)$$

где  $t_{функц}$  – время нахождения людей в здании в часах.

Рассматриваемый ТЦ работает по 12-ти часовому рабочему дню, тогда:

$$P_{пр} = t_{функц} / 24 = 12 / 24 = 0,5$$

Вероятность эвакуации  $P_э$  рассчитывают по формуле:

$$P_э = \begin{cases} \frac{0,8 \cdot t_{бл} - t_p}{t_{нэ}}, & \text{если } t_p < 0,8 \cdot t_{бл} < t_p + t_{нэ} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,999, & \text{если } t_p + t_{нэ} \leq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,000, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ или } t_{ск} > 6 \text{ мин} \end{cases} \quad (3)$$

где  $t_p$  – расчетное время эвакуации людей, мин.

$t_{нэ}$  – время начала эвакуации (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей), мин.

$t_{бл}$  – время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения (время блокирования путей эвакуации), мин;

$t_{ск}$  – время существования скоплений людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации превышает значение 0,5) [12];

В здании функционирует система оповещения III типа, принято  $t_{нэ} = 4$  мин;

Вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, рассчитывается по формуле:

$$P_{пз} = 1 - (1 - R_{обн} \cdot R_{соуэ}) \cdot (1 - R_{обн} \cdot R_{пдз}), \quad (4)$$

где  $R_{обн}$  – вероятность эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации;

$R_{соуэ}$  – условная вероятность эффективного срабатывания системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации.

$R_{пдз}$  – условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации.

Для расчета используется программа СИТИС: ВИМ, реализующая вероятностную интегральную модель развития ОФП в здании.

Программа СИТИС: ВИМ предназначена для расчета динамики развития опасных факторов пожара по интегральной модели согласно приложению 6 Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности.

Кроме этого, программа может быть использована:

- при выборе оптимальных объемно-планировочных решений зданий и вариантов их противопожарной защиты;

- при подготовке документов предварительного планирования действий по тушению пожара и оценке действий руководителя тушения уже произошедших пожаров;
- при проведении противопожарных инструктажей, агитационных бесед и учебных занятий на предприятиях, планировании эвакуации и совместных с пожарной охраной действий по тушению пожара.

«СИТИС: ВИМ разработана на основе интегральной модели развития ОФП, описывающей изменение среднеобъемных параметров состояния газовой среды в помещении в процессе развития пожара, которая впервые была сформулирована в 1976 году д.т.н., профессором Ю.А. Кошмаровым. Основные уравнения модели получены из уравнений сохранения массы и энергии для открытой термодинамической системы» [4].

В сводной таблице 3 представлены данные по времени блокирования эвакуационных выходов опасными факторами пожара и расчетному времени эвакуации.

Таблица 3 – Сводная таблица сценариев

Сценарии	Очаг пожара	Вр. блок. эв.в (мин)	Номер заблокированного выхода	Расчетное время эвакуации, (мин)	Время начала эвакуации (мин)	Наибольшее время скопления
Сценарий 1	Пом. 19	5,68	Выход 2	2,01	0,2	0,88
Сценарий 2	Пом. 162	2,6	Выход 4	3,10	1	2,21
Сценарий 3	Пом. 10	2,43	Лестница 1	3,93	0,2	3,14
Сценарий 4	Пом. 36	Не достиг	Выход 1 Лестница 2	3,55	0,15	2,64
Сценарий 5	Пом. 28(1)	3,73	Выход 5	3,23	0,3	2,32
Сценарий 6	Пом. 31	2,73	Выход 3	2,87	0,25	1,03

В сценариях 2, 3 и 6 расчетное время эвакуации превышает время блокирования эвакуационного выхода. Вероятность эвакуации равна 0.

В приложениях 1 и 2 соответственно представлены подробные отчеты наиболее опасных сценариев, которые показывают время блокирования эвакуационных путей ОФП и расчетное время эвакуации. Остальные сценарии рассчитаны аналогично.

Рассчитаем коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности по формуле:

$$K_{н.з} = 1 - (1 - K_{обн} \cdot K_{союз}) \cdot (1 - K_{обн} \cdot K_{ПДЗ}), \quad (5)$$

где  $K_{обн} = 0,8$  (СП 485.1311500.2020, приложение А, таблица А1);

$K_{союз} = 0,8$  (СП 3.13130.2009);

$K_{ПДЗ} = 0,8$  (СП 7.13130.2013, пункт 7.2).

$K_{ап} = 0,9$  (СП 485.1311500.2020, приложение А, таблица А.1).

$$K_{н.з} = 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,8 \cdot 0,8) = 0,87$$

Рассчитываем вероятность эвакуации. Из рассчитанных ранее сценариев выбираем значения  $t_{бл}$ ,  $t_p$ ,  $t_{н.э}$ ,  $t_{ск}$ , они соответственно равны 2,43 мин., 3,93, 0,2, 3,14. Подставив в условия формулы (3), мы определяем, что вероятность эвакуации равна  $P_э = 0,99$ .

Частота возникновения пожара в здании согласно [4]  $Q_n = 6,9 \cdot 10^{-3}$ .

Рассчитаем вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре.

$R_{обн}$  принимаем 0,5, так как вероятность эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации считается условной и может быть

рассчитана как среднестатистическая величина конкретного типа пожарной сигнализации.

$R_{COУЭ}$  принимаем 0,8, так как вероятности  $R_{COУЭ}$  и  $R_{ПДЗ}$  определены как условные. Вероятность обнаружения очага  $R_{06Н}$  определяется надежностью элементов системы пожарной сигнализации, приведенной в технической документации, а при ее отсутствии допускается принимать  $R_{COУЭ} = 0,8$ .

$R_{ПДЗ}$  принимаем 0,8.

Тогда

$$P_{пз} = 1 - (1 - 0,5 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,5 \cdot 0,8) = 0,64$$

Как видно из формулы, на вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты больше влияют такие параметры как  $R_{обн}$  и  $R_{COУЭ}$ .

Рассчитаем величину индивидуального пожарного риска.

$R_{ап}$  принимаем 0,8.

$P_{пр}$  рассчитана и равна 0,5.

$P_{э}$  вероятность эвакуации людей рассчитана и равна 0.

$P_{пр}$  рассчитана и равна 0,64.

Подставив все данные в формулу (1), получаем:

$$Q_{в} = 6,9 \cdot 10^{-3} \cdot (1 - 0,8) \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,99) \cdot (1 - 0,64) = 4,485 \cdot 10^{-5}$$

Индивидуальный пожарный риск равен.

$$Q_{в} = 4,485 \cdot 10^{-5} > Q_{н} = 10^{-6}, \quad (6)$$

Как видно из формулы наибольшее влияние на величину индивидуального пожарного риска оказывают вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение

безопасной эвакуации людей при пожаре и вероятность эвакуации. Вероятность эффективного срабатывания установок автоматического пожаротушения так же оказывает влияние на величину допустимого пожарного риска.

Пожарный риск превышает допустимые значения, а значит требуются дополнительные мероприятия по обеспечению противопожарной защиты.

## **2.2 Исследования на основе патентного поиска новых методов обнаружения пожара и оповещения людей о пожаре**

Проектирование и строительство современных зданий и сооружений в настоящее время не может обойтись без применения инновационных технологий и продукции [11-16].

В действующих нормативных документах недостаточно полно отражены специфические требования пожарной безопасности, предъявляемые к сооружению при проектировании, строительстве, эксплуатации, капитальном ремонте и реконструкции.

В общем случае при проектировании сооружений в Российской Федерации в части обеспечения пожарной безопасности (в том числе безопасной эвакуации) руководствуются нормативными требованиями следующих документов:

- Федерального закона от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»;
- Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. приказа от 10.07.2012 г. № 117-ФЗ);
- приказа МЧС РФ от 30.06.2009 г. № 382 «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности»;

- Постановления Правительства РФ от 22.07.2020 № 1084 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» (вместе с «Правилами проведения расчетов по оценке пожарного риска»);
- нормативных документов добровольного применения (своды правил).

Путем исследования и разработки новых методов и методов повышения эффективности функциональных систем, предупреждающих людей о пожарах на основе патентного поиска, можно использовать современные технологии для определения наиболее эффективных методов предупреждения о пожарах.

Таким образом, в данном разделе решаются две задачи – поиск проектных решений в области систем обнаружения пожара и оповещения о пожаре и поиск проектных решений по системам пожаротушения.

Исследуем существующие технические решения, касающиеся систем оповещения при пожаре.

«Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) — комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенных для своевременной передачи информации о возникновении пожара и путях эвакуации, а также для обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре путём включения технических средств, предотвращения паники. СОУЭ приводится в действие командным импульсом автоматических установок системы обнаружения пожара или диспетчером по сигналам автоматических установок системы обнаружения пожара (полуавтоматическое управление)» [10].

В случае возникновения пожара необходимо быстро предупредить посетителей здания или объекта, чтобы они могли эвакуироваться, а соответствующие службы принять незамедлительные меры для предотвращения распространения огня. Системы аварийного оповещения и внутренней связи – это средства связи, помогающие контролировать процедуры эвакуации во время чрезвычайных ситуаций [27].



Если срабатывает сигнал тревоги системы обнаружения или подавления, выбранный предупреждающий сигнал (звуковой и визуальный) будет автоматически активирован на тех этажах, где возникла тревога [28].

Если должна была произойти эвакуация, ответственные этажа или зоны должны быть знакомы со всеми аспектами своих соответствующих зон ответственности в отношении расположения пожарной сигнализации, системы внутренней связи для аварийного оповещения и других устройств связи, выходов и альтернативных способов выхода. наличие тупиковых коридоров, глухих проходов, затемненных комнат и так далее, а также расположение и использование противопожарного оборудования [29].

Большие объекты обычно делятся на зоны эвакуации и управляемые зоны – пожарные отсеки, уровни этажей и так далее. Современная система управления эвакуацией может настроить каждую зону со своей собственной акустической системой, которая может обеспечивать фоновую музыку, оповещения и сигналы эвакуации, а также средство громкой связи. Визуальная сигнализация может быть дополнительной опцией [30].

Системы СОУЭ делятся на 5 типов в соответствии со сложностью объекта, на котором планируется размещение.

Для торговых центров рекомендуется устанавливать СОУЭ 4 и 5 типов.

Основные функции для систем оповещения 4 типа (СОУЭ):

- звуковое и речевое оповещение, передача специальных текстов;
- мигающие световые оповещатели «выход»;
- эвакуационные знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения;
- режим управления с организацией обратной связи с зонами;
- разделение здания на зоны пожарного оповещения;
- ручной и автоматический режимы;
- организация оповещения по различным сценариям в зависимости от места возгорания или другого события.

Основная особенность: эвакуация происходит по отсекам, то есть не централизованный выход всех, кто находится в здании, а отдельные схемы для гостей, персонала, администрации и т. д. Это позволит избежать толпы на выходе и сохранит дисциплину при ЧС.

Раздельное включение световых указателей раздельно для каждой зоны, что позволяет организовать как минимум два направления эвакуации.

Традиционно при реализации систем голосового и аварийного оповещения используется стоечное оборудование и требуется специально выделенное пространство для размещения. В этом случае необходимо проложить большое количество сигнальных и управляющих линий на значительном расстоянии. Если количество зон предупреждения на объекте невелико или зоны не очень большие, использование таких систем экономически нецелесообразно.

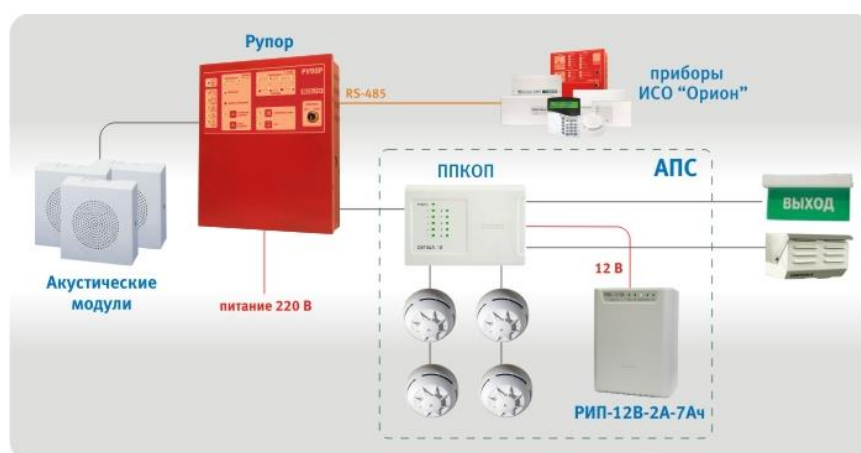
Компания «Болид» нашла более эффективное решение для этих объектов – распределенную систему оповещения. В таких системах необходимо размещать устройство голосового оповещения непосредственно в зоне оповещения (1 устройство – 1 зона). Это позволяет использовать недорогой акустический модуль с низким сопротивлением (АМ) и повышает надежность системы за счет уменьшения длины линии между устройством и АМ. Кроме того, децентрализованная система сигнализации намного более гибкая, чем централизованная система сигнализации, и может автоматически контролировать поток эвакуации в соответствии с текущей пожарной ситуацией без участия дежурных сотрудников.

Для построения интегрированной децентрализованной системы голосового оповещения при пожаре и связи поста управления пожарами и зоны оповещения малых и средних объектов компанией Volid разработан комплект устройств голосового оповещения в составе устройства речевого оповещения. Рупор «01», модуль голосового наведения «Рупор-200» и комплекс обеспечения связи «Рупор-Диспетчер».

Одним из элементов СОУЭ является устройство голосового управления «Рупор». Устройство имеет два сигнальных канала мощностью 10 Вт, предназначенных для подключения недорогих АМ с низким сопротивлением, и может использоваться автономно, а также является частью интегрированной системы безопасности Orion производства Volid (ISO ORION).

На рисунке 8 показан пример использования модуля голосовых указаний «Рупор» в локальном режиме.

Это устройство предназначено для трансляции предварительно записанной голосовой информации. В памяти устройства может храниться до 255 различных сообщений общей продолжительностью 340 секунд. Уведомления основаны на так называемом «сценарии». В памяти прибора можно сохранить до 128 сценариев. Сценарии могут выполняться централизованно из команды через интерфейс RS-485, с панели управления или с релейного выхода блока управления. В этом случае каждый шлейф пожарной сигнализации может быть связан со своим сценарием. Метод запуска уведомления «сценарий» позволяет гибко настраивать параметры уведомления, такие как задержка уведомления, пауза между голосовыми сообщениями, преамбула голосовых сообщений, время уведомления, приоритет уведомления.



## Рисунок 8 – Пример использования модуля речевого оповещения «Рупор» в локальном режиме

Питается прибор речевого оповещения «Рупор» от сети переменного тока 220 В, резервирование питания осуществляется от встроенной аккумуляторной батареи на 12 В, 7 Ач.

Также рассмотрим технические решения, касающиеся системы пожаротушения.

Рассмотрим один из вариантов предлагаемых решений (основано на описании изобретения к патенту № 2514488).

«Спринклерная система пожаротушения, состоящая из сети магистральных и распределительных трубопроводов, постоянно заполненной жидким огнетушащим составом со спринклерными оросителями, источник водоснабжения, представляющий собой резервуар с водой и систему водозабора с фильтром и насосом, два автоматических водопитателя, отличающаяся тем, что корпус спринклерного оросителя выполнен в виде штуцера со сквозным отверстием и резьбовой частью, причем в сквозном отверстии штуцера размещается втулка с закрепленной на ней фильтровальной сеткой, при этом резьбовой штуцер посредством осесимметричного кронштейна, состоящего из двух вертикальных объемных ребер жесткости и жестко связанных с ними двух наклонных призматических ребер, жестко соединен с полой цилиндрической втулкой с внутренней резьбой, взаимодействующей с зажимным винтом, который через упругую прокладку поджимает стеклянную колбу к тарельчатому клапану, при этом стеклянная колба опирается на клапан через упругую прокладку, закрепленную на внешней торцевой поверхности клапана, который посредством цепочки связан с одним из объемных ребер жесткости, а с другой стороны к втулке перпендикулярно ее оси крепится с помощью винтов распылительное устройство в виде розетки с центральным отверстием и лепестками, расположенными относительно друг друга с зазором» [9].

«В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений противопожарной защиты объектов различного назначения является использование средств пожаротушения с тонкораспыленной водой – водяным туманом. Это особенно важно для использования на объектах, где требуется высокая эффективность пожаротушения, и имеется ограниченное водоснабжение, и минимизация ущерба, причиняемого водопользованием, является неотложной задачей» [32].

«Спрос на оборудование TRV с каждым годом увеличивается и значительно превышает возможности существующих производителей. Водяной туман для водяного тумана, модульная установка водоэмульгирующих огнетушителей и воздушноэмульсионных огнетушителей широко используются. Все чаще используются автоматические установки пожаротушения (АУПТ) водяным туманом» [31].

«В соответствии с СП 485.1311500.2020 водяным туманом считается распыленная вода со средним диаметром капель 150 мкм и менее. В других странах нет единой концепции водяного тумана. Например, мелкоструйный дождеватель AquaMist обеспечивает распыление. АМ 10-340 мкм и менее; АМ4- <220 мкм; АМ 25-450 мкм и менее. Все эти оросители считаются спринклерами с разбрызгиванием воды. Стоимость таких оросителей около 1000 рублей» [17].

В России оросители ТРВ выпускаются ЗАО «Спецавтоматика» (г. Бийск), ЗАО «МЭЗ Спецавтоматика» (г. Москва), ООО «ГЕФЕСТ» (г. Санкт-Петербург).

«Дисперсность капель воды, полученных из таких оросителей, составляет около 150 мкм при давлении от 0,6 МПа и выше. Их стоимость колеблется в пределах от 400 до 1000 руб. Оросители тонкораспыленной воды, разработанные НПО «Пульс», образуют тонкораспыленную воду дисперсностью до 100 мкм, что выгодно отличает их от вышеперечисленных изделий» [19].

«Преимущества тонкораспыленной воды:

- возможность тушения практически всех веществ и материалов, в том числе пирофорных, за исключением веществ, реагирующих с водой с выделением тепловой энергии и горючих газов;
- высокая эффективность тушения, обусловленная повышенным охлаждающим эффектом за счет высокой удельной поверхности капель, равномерным действием воды непосредственно на очаг горения, снижением концентрации кислорода и разбавлением горючих паров и газов в зоне горения парами воды;
- защитный эффект от воздействия лучистого тепла на людей, несущие и ограждающие конструкции и соседствующие горючие материалы;
- поглощение и удаление токсичных газов и дыма при развитии пожара в помещениях;
- незначительный ущерб от использованной воды;
- экологическая чистота и безопасность для людей;
- минимальные объемы воды, что особенно важно для мест с ограниченным ее потреблением;
- простота монтажа АУПТ тонкораспыленной воды;
- возможность применения для тушения пожаров архивов, музеев, серверных, оборудования, находящегося под напряжением (при соблюдении правил техники безопасности)» [19].

В виду того, что наиболее целесообразное вещество для тушения пожара резинотехнических изделий является вода со смачивателем (Справочник Баратова ч. 1), принимаем в качестве автоматической установки пожаротушения водяную. Необходимость защиты от воды упаковки продукции диктует необходимость применения спринклерной АУПТ. Методом патентного поиска найдено техническое решение «Система пожаротушения». Заявка: 2005108317/12, 24.03.2005 Рос. Федерация: МПК А62С35/58 (2006.01); Автор(ы): Белокопытов Олег Константинович (RU),

Лебедевич Евгений Иванович (RU), Новиков Леонтий Михайлович (RU), Чебуркин Николай Всеволодович (RU) опубл. 27.10.2006 Бюл. № 30: ил.

Наиболее важными компонентами спринклерной системы являются сеть распределительных труб и выделенное, гарантированное водоснабжение. Спринклеры расположены в соответствии с риском возникновения пожара и расположены в патрубках. В случае пожара активируются только те разбрызгиватели, которые находятся в непосредственной близости от огня.

Спринклер включает стеклянную трубку, содержащую специальную жидкость и небольшое количество воздуха. Если температура увеличивается, жидкость расширяется в стеклянной трубке. Давление продолжает расти, пока воздух в стеклянной трубке не будет поглощен. Если температура продолжает расти, давление быстро увеличивается, что приводит к разрушению стеклянной трубки и разрушению уплотнения. Затем поток тушащей воды равномерно распределяется по всему месту пожара.

Температура окружающей среды является решающим фактором для активации спринклера. Спринклер реагирует при достижении определенного предела. Это зависит от типа спринклера.

Спринклеры устанавливаются непосредственно на полках для обеспечения эффективной противопожарной защиты. Каждая зона отделена колоннами из негорючего материала. Это позволяет точно гасить, используя разбрызгиватели, установленные в соответствующей области. Огонь немедленно подавляется и не может распространиться на другие сектора. Для этого обычно устанавливаются быстродействующие подвесные спринклеры, которые активируются при 68 °C.

Сухие системы используются в зонах риска замерзания, где вода для тушения, уже находящаяся в спринклерных трубах, может замерзнуть. В таких системах сеть труб, подвергающихся воздействию температур ниже 5 градусов, заполняется сжатым воздухом от точки запуска спринклерной

головки и далее. Когда спринклерная головка активирована, система немедленно заполняется водой.

Существуют различные типы разбрызгивателей:

1. Стандартные спринклеры. Эти разбрызгиватели могут быть установлены подвесными или стоящими. Распылительная пластина спроектирована таким образом, что распыляются участки как над, так и под спринклером. Этот тип спринклера идеально подходит для легковоспламеняющихся потолков.

2. Подвесные и стоячие разбрызгиватели. Самый распространенный тип разбрызгивателей. Постоянные разбрызгиватели используются, когда трубопровод виден. Подвесные спринклеры всегда используются, когда трубопровод скрыт.

3. Боковые спринклеры. Эти разбрызгиватели в основном используются по эстетическим соображениям для защиты потолков от труб или предотвращения повреждений, которые могут быть вызваны установкой существующих потолков.

3. Спринклер быстрого реагирования. Огонь неизбежно производит токсичные газы, которые более опасны для человека, чем фактическое пламя. Быстродействующие спринклеры имеют чрезвычайно короткое время отклика, что позволяет обнаружить пожар и быстро начать тушение пожара. Это предотвращает высокие температуры и образование опасных продуктов пиролиза, тем самым выигрывая драгоценное время для спасения жизней.

Спринклерную установку в виду того, что температура в помещении +23 °С, проектируем водонаполненной. Спринклерные оросители установок в помещении имеют температуру разрушения теплового замка – 68-79 °С

## **Выводы по разделу 2**



Во втором разделе магистерской диссертации проводилось исследование способов и методов управления пожарными рисками на примере многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон».

Исследование зависимости величины пожарного риска от состояния противопожарной защиты объектов показало, что наличие работоспособной и эффективной системы управления оповещением и эвакуацией значительно влияет на величину пожарного риска.

В ходе проводившихся в разделе исследований по существующим системам обнаружения пожара и оповещения о пожаре были получены следующие результаты. Система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) помогает действовать слаженно в условиях возгорания и грамотно произвести эвакуацию людей из опасных зон. Иначе говоря, это совокупность технических элементов и мероприятий, которые помогают избежать большого количества пострадавших и значительного ущерба во время пожаров. В этой системе важен каждый элемент от дымоулавливателя до запасного выхода. С внедрением автоматики спасение людей вышло на качественно иной уровень.

Рассмотрена система оповещения и управления эвакуацией, найденная в ходе поиска подходящей СОУЭ для объекта защиты. Найденная СОУЭ ISO ORION производства компании Bolid. Данная система отвечает современным требованиям о системах оповещения и управления эвакуацией и наиболее других подходит для использования в местах массового скопления людей.

Кроме того, было дополнительно проведено исследование по системам пожаротушения, так как это так же влияет на величину пожарного риска. Наиболее популярным и эффективным способом пожаротушения является спринклерных система с тонкораспылённой водой.

### **3 Опытнo-экспериментальная апробация новых методов (способов) обнаружения пожара и оповещения людей о пожаре и их влияния на пожарный риск**

#### **3.1 Внедрение новых способов по обнаружению пожара и оповещения людей о пожаре на примере объекта защиты многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон»**

В качестве способа по обнаружению пожара и оповещения людей о пожаре предлагается внедрить новую систему оповещения и управления эвакуацией четвертого типа. В качестве СОУЭ предлагается использование СОУЭ 4 типа на базе устройств ИСО «ORION» производитель ЗАО НВП «БОЛИД».

«Принципиальным отличием системы 3-го типа от систем 4-го и 5-го типов, используемых сегодня в ТРЦ «Слон», является необходимость обеспечения обратной связи между зоной пожарной сигнализации и диспетчерской» [20].

«Для реализации этого требования компания Болид разработала технологическое средство под названием «Рупор-Диспетчер». Основным элементом комплекса является базовое устройство домофона «Рупор-ДБ», каждое устройство может поддерживать до 12 абонентских устройств «Рупор-ДТ» [20].

«Согласно требованиям СП, данный комплекс в автоматическом режиме отслеживает состояние линии связи между базой и абонентским устройством (эту функцию выполняет входящий в состав ППКП Сигнал-20М / Сигнал-20П). В зависимости от требований конкретного объекта устройства в комплексе могут образовывать полностью автономную систему или становиться частью Orion ISO. В первом случае встроенный индикатор ППКП «Сигнал-20М» используется для индикации состояния линии связи между блоками внутренней связи» [20].

На рисунке 9 представлена схема СОУЭ 4-го типа с автономным комплексом обратной связи на базе устройства ORION ISO производства ЗАО «БОЛИД НВП».

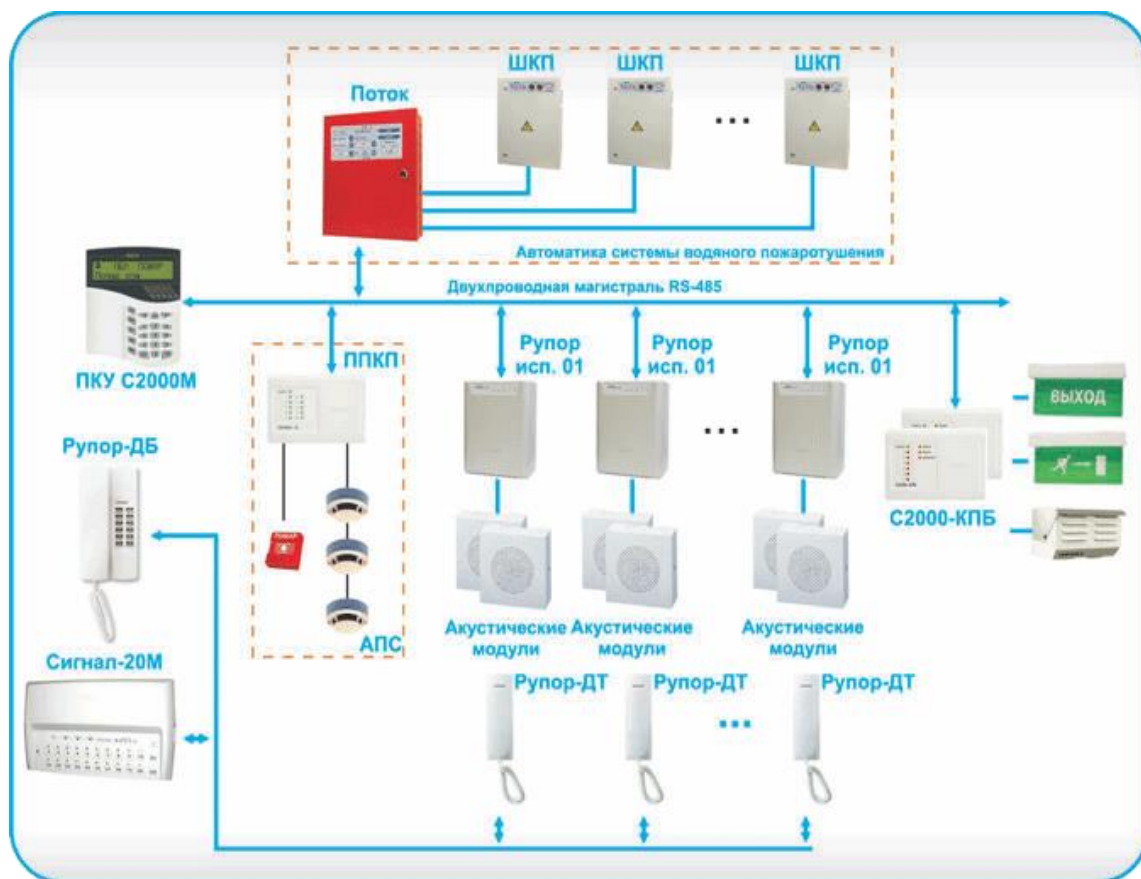


Рисунок 9 – Схема СОУЭ 4-го типа с автономным комплексом обратной связи на базе устройств ИСО «ORION» производитель ЗАО НВП «БОЛИД»

Связь и взаимодействие между приборами осуществляется по информационному протоколу интерфейса RS-485.

Пульт объединяет приборы в одну систему, обеспечивая их взаимодействие между собой. Он необходим для таких приборов, как «Сигнал-20П», «С2000-БИ», «С2000-КПБ».

«Оповещение осуществляется от приборов «Рупор исп. 01», предназначенных для трансляции предварительно записанной речевой информации. Прибор имеет 1 канал оповещения на 12 Вт, рассчитанный на

подключение недорогих низкоомных акустических модулей. Питание от внешнего источника напряжением 12 (24) В упрощает монтаж» [20].

В соответствии с требованиями СП осуществляется автоматический контроль исправности линий связи между базовым и абонентскими блоками (эту функцию выполняет «Сигнал 20М»/«Сигнал 20П»).

Состав оборудования предлагаемой СОУЭ представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Состав оборудования СОУЭ 4-го типа с автономным комплексом обратной связи на базе устройств ИСО «ORION» производитель ЗАО НВП «БОЛИД»

Наименование	Количество (штук)	Примечание
Пульт «С2000М»	1	-
Прибор речевого оповещения «Рупор исп.01»	36	-
Акустический модуль «Раскат-4»	324	-
Табло «Выход» марки «БЛИК-С-24»	136	-
Табло направления движения «БЛИК-С-24»	38	-
Контрольно-пусковой блок «С2000-КПБ»	29	Без учета применения выходов безадресных приемно-контрольных приборов
Резервный источник питания «РИП-24 исп.02П»	36	-
Резервный источник питания «РИП-24 исп.01П»	32	-
ППК «Сигнал-20М»	2	Контроль линий обратной связи. Выходы с контролем линии приборов «Сигнал-20М» задействованы для подключения табло
«Рупор-диспетчер» в составе:		Обратная связь с постом-диспетчерской
1. Базовый блок «Рупор-ДБ»	3	-
2. Трубка «Рупор-ДТ»	36	-

В составе комплекса обеспечения пожарной безопасности предлагается внедрить на объекте защиты АУП-ТРВ с применением спринклерных распылителей «Aquamaster™». Данная система пожаротушения основана на

применении тонкораспыленной воды и допускается для применения на объектах с массовым пребыванием людей.

Основные параметры АУП-ТРВ с применением спринклерных распылителей «Aquamaster™» приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Основные параметры АУП-ТРВ с применением спринклерных распылителей «Aquamaster™»

Наименование параметра	Группа помещений				
	1	2	3	4.1	4.2
Интенсивность орошения, л/с·м <sup>2</sup> , не менее	0,04	0,06	0,1 0	0,14	0,18
Площадь для расчета расхода воды, м <sup>2</sup>	90	180	200	220	240
Продолжительность работы АУП-ТРВ, мин	Не менее 20		не менее 30		
Расстояние от теплового замка распылителя до перекрытия при установке выходными отверстиями, м: вверх, вниз горизонтально	от 0,08 до 0,40 от 0,07 до 0,15				
Максимальное расстояние между спринклерными распылителями «Aquamaster-5», установленными на одной ветви и между ветвями, при высоте помещений от уровня пола до перекрытия, м:	-		-		
-6 м;	3		-		
-12 м;	2,5		-		
-15 м.	2		-		
Максимальное расстояние между спринклерными распылителями «Aquamaster-Арсенал», установленными на одной ветви и между ветвями, при высоте помещений от уровня пола до перекрытия, м:	-		-		
- 6 м;	-		4		
- 12 м;	-		3		
- 18 м.	-		2,5		

При разработке АУП-ТРВ следует использовать опрыскиватель типа Aquamaster™.

В АУП-ТРВ рекомендуется использовать блок управления «Aquamaster-Контроль» (Приложение Б) или другой блок, отвечающий требованиям ГОСТ Р 51052-2002.

При установке форсунок Aquamaster™ в помещениях с системами защиты от дыма минимальный свободный напор перед самой дальней струей должен быть не менее 0,6 МПа.

Гидравлический расчет АУП-ТРВ должен выполняться по методике, описанной в СП 5.13130.2009, с учетом гидравлических характеристик форсунки Aquamaster™.

АУП-ТРВ может быть спроектирован при расчетных давлениях в трубопроводных сетях выше 1 МПа при условии использования соответствующих элементных баз и оборудования.

Можно установить опрыскиватель типа Aquamaster™ того же типа в пределах одной защищаемой зоны, производительность отличается на 10% или меньше.

Опрыскиватель АУП-ТРВ оборудован опрыскивателем.

- «Aquamaster-3», «Aquamaster-5» и «Aquamaster-Арсенал» – с выходом вниз, горизонтально или под любым углом к оси опрыскивателя;
- «Aquamaster-Горизонт» – горизонтальный;
- «Aquamaster-Вертикаль» – выход верхний;
- «Aquamaster-Скрытый» – под розеткой;

Его характеристики приведены в Приложении Б.

Пример размещения форсунок Aquamaster-Horizon в распределительном трубопроводе приведен в Приложении Д.

Номинальная температура реакции для форсунок спринклера составляет 57, 68, 79, 93, 141 и 182 °С.

Для форсунок Aquamaster-Progress номинальная температура реакции составляет 57, 68 и 93 °С.

Номинальная температура срабатывания форсунки оросителя Aquamaster™ выбирается по ГОСТ Р 51043-2002 с учетом максимально допустимой температуры окружающей среды в защищаемой зоне (таблица 6).

Таблица 6 – Максимально допустимая температура окружающей среды в защищаемом помещении

Температура окружающей среды, °С, включительно	Номинальная температура срабатывания, °С
до 38	57
от 39 до 50	68
от 51 до 58	79
от 58 до 70	93
от 71 до 100	141
от 101 до 140	182

Количество распылителей типа «Aquamaster™» в одной секции АУП-ТРВ и на одной ветви распределительного трубопровода не регламентируется.

Минимальные расстояния между дренчерными распылителями «Aquamaster™», установленными на одной ветви и между ветвями распределительного трубопровода, а также между стеной и дренчерными распылителями не регламентируются.

Распылители должны устанавливаться на высоте от уровня пола помещения не более:

- «Aquamaster-3» – 4 м;
- «Aquamaster-5» -15 м;
- «Aquamaster-Горизонт» – 6 м;
- «Aquamaster-Арсенал» -18 м;
- «Aquamaster-Вертикаль»-12 м.

Расстояние между трубопроводом АУП-ТРВ и стеной, полом

строительной конструкции не должно быть менее 2 см.

При установке форсунок Aquamaster™ на высоте 0,6 м за потолком с ячейками не менее 100 x 100 мм (Грильято) расстояние между форсунками должно быть не более 2,5 м, а высота – 0,4 м. -2 м или меньше.

Вы можете использовать распылитель Aquamaster™ для создания водяной завесы. Расстояние между распылителями завес следует определять исходя из расхода воды или 0,5 л/с раствора пенообразователя на 1 м ширины проема. При общем удельном расходе 0,5 л/с возможна установка распылителей в две линии с расстоянием между ними  $(0,5 \pm 0,1)$  м.

Для подачи сигнала с указанием адреса возгорания здания рекомендуется использовать сигнализатор расхода жидкости с порогом не выше минимального расхода опрыскивателя при минимальном рабочем давлении.

Блок управления АУП-ТРВ должен располагаться в насосной станции, в помещении пожарного депо, непосредственно в укрытии или возле укрытия, температура воздуха не ниже 50 С, должен быть обеспечен свободный доступ обслуживающего персонала. В этом случае блок управления, установленный вне насосной станции, должен быть окружен металлическим шкафом с ограниченным доступом.

АУП-ТРВ должен иметь насос подачи воды (насос райдера), мембранный бак емкостью не менее 40 литров и устройство автоматической подачи воды, заполненное водой и сжатым воздухом.

Для объектов, в которых находится много людей и хранятся важные материальные ценности, рекомендуется установка гидросистемы в качестве вспомогательного водоснабжения. Вместимость гидробака данной установки определяется при условии заполнения объема водой и сжатым воздухом с рекомендуемым соотношением 1: 1. Его объем рассчитывается с учетом продолжительности подачи воды с расчетным расходом. (Таблица 3.1) в течение 5 минут.

Устройства автоматического и вспомогательного водоснабжения



используются без резервирования.

Если давление воды АУП-ТРВ для разных секций иногда разное, можно использовать ступенчатый метод включения агрегата пожарного насоса.

Для подключения пожарной машины шланга от напорного трубопровода насосной станции, необходимо вынуть патрубок с соединительной головкой GM-80, снабженной обратным клапаном и запорным клапаном на насосной станции. Количество патрубков, выводимых наружу, должно обеспечивать подачу воды для пожаротушения с наибольшим расходом для внутреннего пожаротушения (АУП-ТРВ и вода для внутреннего пожаротушения).

АУП-ТРВ-ПП может применяться для защиты 1, 2, 3, 4.1, 4.2, 5 и 6 групп помещений и кабельных тоннелей, многоярусных автостоянок и силовых трансформаторов согласно НПБ 88-2001 \*.

«АУП-ТРВ-ПП на ряду с тушением может использоваться для:

- - орошения путей эвакуации, при этом интенсивность орошения должна составлять не менее  $0,013 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$ ;
- - создания водяных завес на границах пожарных отсеков» [19].

«В АУП-ТРВ-ПП должны использоваться спринклерные распылители типа «Aquamaster™», оснащенные устройством дистанционного принудительного срабатывания теплового замка «Прогресс» моделей А или В.

Срабатывание устройств дистанционного пуска спринклерных распылителей должно происходить от установок адресной пожарной сигнализации или от сигнализаторов потока жидкости; выбор конкретного типа осуществляется с учетом технических параметров извещателей и сигнализаторов потока жидкости, а также геометрической конфигурации защищаемых помещений» [19].

Технические характеристики пускового устройства «Прогресс» и их общий вид приведены в приложении Д.

«Расчетная площадь зоны тушения определяется при проектировании в зависимости от архитектурно-планировочных и технологических особенностей защищаемого помещения» [19].

Примерные схемы зон показаны в приложении Г.

В АУП-ТРВ-ПП возможны другие варианты расположения площади (секции) и зоны срабатывания форсунки оросителя. При этом следует учитывать требования к системам раннего обнаружения пожара и размещению спринклерных форсунок.

Общий расход воды АУПТ-ТРВ-ПП определяется максимальным расходом в зоне зондирования и прилегающих зонах в этой зоне. Одним из вариантов запуска соседней области может быть «диодная развязка» пусковой цепи (см. Приложение Е).

Время работы установки более 20 минут.

Для помещений 1-й группы по СП 485.1311500.2020 начиная с дымового извещателя, интенсивность полива можно снизить в 2 раза, а для помещений 2-й группы в 1,5 раза при использовании АУП-ТРВ-ПП.

Компенсирующими противопожарными мероприятиями так же является разработка СТУ.

Для помещений с многосветными пространствами и пешеходных галерей предусмотрена система вытяжной противодымной вентиляции с естественным или искусственным побуждением тяги.

При устройстве стеклянных перегородок, отделяющих помещения от многосветных пространств, последние предусмотрены из закаленного стекла толщиной не менее 6 мм.

Для разделения первой и второй пожарных секций по ряду «И» в осях 4-16 предусматривается зона, в которой удельная нагрузка не превышает 50 МДж/м<sup>2</sup>, шириной не менее 4 м на всю длину помещения, с установкой в средней части указанной зоны дренчерных завес в две линии, расположенных на расстоянии 0,5 м друг от друга, с суммарным расходом 1 л/с на погонный метр при времени работы не менее 1 часа.

Площади первой и второй пожарных секций в плане не превышают 7000 м<sup>2</sup> каждая.

Для помещений, относящихся к первой группе по СП 485.1311500.2020, предусмотрены повышенные параметры интенсивности орошения автоматической установки пожаротушения – 0,12 л/см<sup>2</sup> и временем работы 60 минут.

Наружное противопожарное водоснабжение предусматривается с расходом не менее 40 л/с.

Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре не ниже 4-го типа.

СТУ предусматривает выделение противопожарными стенами с пределом огнестойкости REI 150 каждого из залов кинокомплекса с заполнением проемов противопожарными сертифицированными дверями с пределом огнестойкости не менее EI 60.

Лестничная клетка Л-6, функционирующая для сообщения между подвальным и надземными этажами и не участвующая в эвакуации людей в случае пожара и лифтовые холлы на уровне подвала ограждены тамбур шлюзами с заполнением проемов противопожарными дверями в сертифицированном исполнении с пределом огнестойкости не менее EI 30, в соответствии с п.4.26 СП 4.13130.2013.

Строительные конструкции, используемые при строительстве, не способствуют скрытому распространению пламени, в соответствии требованию п.1 ст.137 № 123-ФЗ.

Заполнение зазоров в узлах пересечения трубопроводами систем отопления, водопровода и воздухопроводов вентиляции через перекрытия и через стены (перегородки) выполнено из негорючих материалов, обеспечивающих предел огнестойкости не ниже требуемых пределов, установленных для этих конструкций, в соответствии ч. 4 ст.137 № 123-ФЗ.

В пространстве за подвесными потолками исключена прокладка каналов и трубопроводов для транспортировки горючих газов,

пылевоздушных смесей, жидких и твердых материалов, в соответствии ч.6 ст.137 № 123-ФЗ.

Противопожарные перегородки в месте их установки пересекают пространство за подвесными потолками до перекрытия этажа, в соответствии ч.5 ст.137 № 123-ФЗ.

Ограждающие конструкции лифтовых шахт, расположенных вне лестничных клеток, а также ограждающие конструкции машинных лифтов (стены и перекрытие) выполнены с пределом огнестойкости EI90 с заполнением проемов дверями с пределом огнестойкости EI60, в соответствии ч.15 и ч.16 ст.88 № 123-ФЗ.

В местах пересечения воздуховодами противопожарных преград установлены противопожарные клапаны с ручным и автоматическим управлением, обеспечен предел огнестойкости клапанов EI30, в соответствии ч.8 ст.88, ст.138 №123-ФЗ и п.6.54 СП 4.13130.2013.

Транзитные воздуховоды покрыты огнестойким покрытием, который обеспечивает предел огнестойкости не менее EI30, воздуховоды выполнены из листового металла толщиной не менее 0,8 мм, в соответствии п.6.63 и п.6.57 СП 7.13130.2013.

Помещения электрощитовых, вентиляционных, пожарного поста, насосной пожаротушения, машинные отделения лифтов, кладовые и складские помещения категории В-1 – В-3 выделены противопожарными перегородками 2-го типа. Противопожарные двери (в электрощитовых, вентиляционных, противопожарных тамбурах-шлюзах, помещениях пожарного поста, насосной пожаротушения, дверях кинозалов, складских помещений категории В-1 – В-3, дверях выхода на кровлю) выполнены с уплотнением в притворах и имеют приспособления для самозакрывания, в соответствии с п.4.22 СП 4.13130.2013 и Приказу МЧС РФ №320 от 8.07.2002г.

Витражи на кровле здания выполнены из металлических профилей с заполнением стеклом в противопожарном огнестойком жаропрочном исполнении RE15 согласно ч.2 табл.21 ст.87 №123-ФЗ.

Эскалатор (с учетом требования п.4.4.15 СП 1.13130.2020 по аналогии с лестницей 2-го типа) с уровня цокольного до первого этажа выделен противопожарными (опускающимися при пожаре) шторами, без создания избыточного давления.

В целях обеспечения выполнения указанного требования на объекте предусмотрено:

- устройство эвакуационных выходов с каждого этажа здания;
- устройство автоматической системы тушения пожара;
- устройство системы дымоудаления;
- устройство системы автоматической пожарной сигнализации;
- устройство системы оповещения и управления эвакуацией;
- устройство системы опускания плотных (не пропускающих дым) вертикальных завес с пределом огнестойкости не менее Е60 (шторы, завесы, экраны и др.) в зонах эскалатора и травалатора, опускающихся при пожаре к полу;
- устройство автоматического опускания лифтов при пожаре на основную посадочную площадку и фиксации дверей лифтов в открытом положении;
- автоматическое включение при пожаре подпора воздуха в лифтовых холлах цокольного этажа.

### **3.2 Оценка влияния новых способов по обнаружению пожара и оповещения людей о пожаре на механизм управления пожарными рисками**

Чтобы оценить влияния новых способов по обнаружению пожара и оповещения людей о пожаре на механизм управления пожарными рисками,

предлагается сравнить величину индивидуального пожарного риска до внедрения предложенных мероприятий и после, так как в формировании величины индивидуального пожарного риска участвуют показатели соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре и вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре.

«Как показывает практика, система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре является наиважнейшей частью общей системы безопасности людей. Только при наличии этой системы в зданиях и сооружениях различного назначения можно быть уверенным, что риск гибели и травмирования людей при пожаре и других чрезвычайных ситуациях сводится к минимуму, поскольку именно данная система является первым и зачастую единственным источником информации о характере произошедшей чрезвычайной ситуации, о безопасных путях эвакуации людей и средствах спасения, которыми человек может воспользоваться для спасения своей жизни» [21].

Одним из положительных результатов внедрения новых методов предупреждения людей о пожарах является комплексная система, которая предупреждает людей о пожарах и других чрезвычайных ситуациях, освещает пути эвакуации и противопожарное оборудование, а также организует и распределяет поток людей во время эвакуации

Рассчитаем коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности по формуле (5):

$$K_{н.з} = 1 - (1 - 0,9 \cdot 0,9) \cdot (1 - 0,9 \cdot 0,9) = 0,9$$

где  $K_{обн} = 0,9$  ( СП 485.1311500.2020, приложение А, таблица А1);

$K_{соуз} = 0,9$  (СП 3.13130.2009);

$K_{\text{пдз}}=0,9$  (СП 7.13130.2013, пункт 7.2).

$K_{\text{ап}}=0,9$  (СП 485.1311500.2020, приложение А, таблица А.1).

Рассчитаем вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре:

Так как мы заменили систему оповещения и управления эвакуацией, то:

- вероятность эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации  $R_{\text{обн}} = 0,98$ ;
- условная вероятность эффективного срабатывания системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации  $R_{\text{соуэ}} = 0,98$ ;
- условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации  $R_{\text{пдз}} = 0,98$ .

$$P_{\text{пз}} = 1 - (1 - 0,98 \cdot 0,98) \cdot (1 - 0,99 \cdot 0,98) = 0,87$$

Приняв во внимание предложенные мероприятия, пересчитываем величину индивидуального пожарного риска. Она будет равна:

Вероятность присутствия людей в здании – 0,5.

Подставив все данные в формулу (1), получаем:

$$Q_{\text{в}} = 6,910^{-3} \cdot (1-0,9) \times 0,5 \cdot (1-0,999) \cdot (1-0,87) = 4,48510^{-8}$$

Индивидуальный пожарный риск равен.

$$Q_B = 4,485 \cdot 10^{-8} < Q_{H_B} = 10^{-6}$$

Этот показатель не превышает нормативных значений, предусмотренных требованиями законодательства РФ, и в случае возникновения пожара в здании свидетельствует о том, что 100% его сотрудников успевают эвакуироваться в безопасную зону. До того, как путь эвакуации перекрыт опасным источником пожара. Кроме того, расчеты показывают, что за указанный период времени опасные факторы пожара, такие как высокие температуры, дым, выброс токсичных и токсичных веществ при горении, обрушение конструкции здания не успевают повлиять на персонал здания [26].

### **Выводы по разделу 3**

В третьем разделе магистерской диссертации проводилась опытно-экспериментальная апробация новых методов (способов) обнаружения пожара и оповещения людей о пожаре.

Исследование зависимости величины пожарного риска от состояния противопожарной защиты объектов показало, что наличие работоспособной и эффективной системы управления оповещением и эвакуацией значительно влияет на величину пожарного риска.

В ходе проводившихся в разделе исследований по существующим системам обнаружения пожара и оповещения о пожаре были получены следующие результаты. Система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) помогает действовать слаженно в условиях возгорания и грамотно произвести эвакуацию людей из опасных зон. Иначе говоря, это совокупность технических элементов и мероприятий, которые помогают избежать большого количества пострадавших и значительного ущерба во время пожаров. В этой системе важен каждый элемент от дымоулавливателя



до запасного выхода. С внедрением автоматики спасение людей вышло на качественно иной уровень.

В третьем разделе магистерской диссертации проводилась опытно-экспериментальная апробация новых методов обнаружения пожара и оповещения людей о пожаре. Поиск проводился по двум направлениям – в области систем обнаружения пожара и оповещения о пожаре и поиск проектных решений по системам пожаротушения.

В разделе рассмотрены типы СОУЭ, их состав.

Поскольку ТРЦ «Слон» представляет собой многолюдное здание, вместо СОУЭ тип 3 рекомендуется установить тип 4 СОУЭ. Эти улучшения увеличивают вероятность эффективной работы противопожарных систем для обеспечения безопасной эвакуации людей в случае пожара. В качестве конкретного технического решения было выбрано СОУЭ типа 4 на базе прибора Orion ISO производства ЗАО НВП Болид. Принципиальное отличие 4-го типа от 3-й системы состоит в том, что здание должно быть разделено на зоны пожарной сигнализации и должна быть обеспечена обратная связь по зоне пожарной сигнализации и диспетчерской, что позволит эвакуировать максимальное количество людей за минимальное время.

В результате поиска было найдено – применение автоматических установок пожаротушения тонкораспыленной воды с применением распылителей «Aquamaster™».

По результатам оценки влияния новых способов по обнаружению пожара и оповещения людей о пожаре на механизм управления пожарными рисками было выяснено, что использование предложенной системы позволит снизить расчетную величину индивидуального пожарного риска многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон» до допустимого.

На основании результатов расчета пожарного риска, можно сделать вывод, что величина индивидуального пожарного риска не превышает значения одной миллионной в год при размещении отдельного человека в

наиболее удаленной от выхода из здания точке на объекте: Торгово-развлекательный комплекс «Слон» расположенный по адресу: Челябинская область, г. Миасс, пр. Автозаводцев 65, пр. Автозаводцев 65/1, установленного статьей 79 ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

На основании проведенных исследований разработаны мероприятия по совершенствованию существующей системы управления пожарными рисками в многофункциональном торгово-развлекательном центре «Слон».

Компенсирующими противопожарными мероприятиями так же является разработка СТУ.

## Заключение

Тема магистерской диссертации – «Совершенствование существующей системы управления пожарными рисками в общественных зданиях на примере многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон», расположенного по адресу: Челябинская область, г. Миасс, пр. Автозаводцев, д. 65/ пр. Автозаводцев, д.65/1)».

Во введении раскрывается актуальность исследования, ставятся цели и задачи исследования. Описывается объект и предмет исследования. Во введении так же приводится научная новизна работы, ее практическая значимость и практики применения результатов работы.

В первом разделе работы проводилось исследование литературных источников, нормативных документов и правовых актов для анализа эффективности систем оповещения людей о пожаре и процесса эвакуации людей из зданий и сооружений можно сделать следующие выводы.

Противопожарная защита – это система технических и организационных мероприятий, проводимых на объектах для предотвращения пожаров, ограничения их распространения, обеспечения успешного тушения и создания условий для безопасной эвакуации людей.

Это так же система технических и организационных мероприятий, направленных на предотвращение пожаров, обеспечение условий для успешной эвакуации людей, локализацию и локализацию пожаров в подавляющем большинстве проектов строящихся зданий и сооружений.

В разделе рассмотрено существующее состояние действующих систем обнаружения пожара и оповещения людей о пожаре многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон».

Торгово-развлекательного комплекс относится к общественным зданиям многофункционального назначения.

В здании имеется система автоматической пожарной сигнализации, система оповещения и управления эвакуацией при пожаре, система

внутреннего противопожарного водопровода, автоматического водяного пожаротушения, дымоудаления.

Во втором разделе магистерской диссертации проводилось исследование способов и методов управления пожарными рисками на примере многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон».

Исследование зависимости величины пожарного риска от состояния противопожарной защиты объектов показало, что наличие работоспособной и эффективной системы управления оповещением и эвакуацией значительно влияет на величину пожарного риска.

В ходе проводившихся в разделе исследований по существующим системам обнаружения пожара и оповещения о пожаре были получены следующие результаты. Система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) помогает действовать слаженно в условиях возгорания и грамотно произвести эвакуацию людей из опасных зон. Иначе говоря, это совокупность технических элементов и мероприятий, которые помогают избежать большого количества пострадавших и значительного ущерба во время пожаров. В этой системе важен каждый элемент от дымоулавливателя до запасного выхода.

С внедрением автоматизации спасение людей вышло на качественно иной уровень.

Рассмотрена система оповещения и управления эвакуацией, найденная в ходе поиска подходящей СОУЭ для объекта защиты. Найденная СОУЭ ISO ORION производства компании Bolid. Данная система отвечает современным требованиям о системах оповещения и управления эвакуацией и наиболее других подходит для использования в местах массового скопления людей.

Кроме того, было дополнительно проведено исследование по системам пожаротушения, так как это так же влияет на величину пожарного риска. Наиболее популярным и эффективным способом пожаротушения является спринклерных система с тонкораспылённой водой.

В третьем разделе магистерской диссертации проводилась опытно-экспериментальная апробация новых методов (способов) обнаружения пожара и оповещения людей о пожаре.

Поиск проводился по двум направлениям – в области систем обнаружения пожара и оповещения о пожаре и поиск проектных решений по системам пожаротушения.

В разделе рассмотрены типы СОУЭ, их состав. Поскольку ТРЦ «Слон» представляет собой многолюдное здание, вместо СОУЭ 3-го типа рекомендуется установить СОУЭ 4-го типа.

Эти улучшения увеличивают вероятность эффективной работы противопожарных систем для обеспечения безопасной эвакуации людей в случае пожара.

В качестве конкретного технического решения было выбрано СОУЭ типа 4 на базе прибора ISO Orion производства ЗАО «НВП Болид».

Принципиальное отличие 4-го типа от 3-й системы состоит в том, что здание должно быть разделено на зоны пожарной сигнализации и должна быть обеспечена обратная связь по зоне пожарной сигнализации и диспетчерской, что позволит эвакуировать людей за минимальное количество времени.

В результате поиска было найдено техническое решение – применение автоматических установок пожаротушения тонкораспыленной воды с применением распылителей «Aquamaster™».

По результатам оценка влияния новых способов по обнаружению пожара и оповещения людей о пожаре на механизм управления пожарными рисками было выяснено, что использование предложенной системы позволит снизить расчетную величину индивидуального пожарного риска многофункционального торгово-развлекательного центра «Слон» до допустимого.

На основании результатов расчета пожарного риска, можно сделать вывод, что величина индивидуального пожарного риска не превышает

значения одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания точке на объекте: Торгово-развлекательный комплекс «Слон» расположенный по адресу: Челябинская область, г. Миасс, пр. Автозаводцев 65, пр. Автозаводцев 65/1, установленного статьей 79 ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

На основании проведенных исследований разработаны мероприятия по совершенствованию существующей системы управления пожарными рисками в многофункциональном торгово-развлекательном центре «Слон».

Компенсирующими противопожарными мероприятиями так же является разработка СТУ.

## Список используемых источников

- 1 Бадагуев Б.Т. Пожарная безопасность на предприятии: Приказы, акты, журналы, протоколы, планы, инструкции 4-е изд., пер. и доп. / Б.Т. Бадагуев. М.: Альфа-Пресс, 2014. 720 с. 46.
- 2 Горбунова Л. Н., Васильев С. И. Основы промышленной безопасности: учебное пособие: в 2-х ч., Ч. 1 СПб.: Сибирский федеральный университет, 2016. 502 с.
- 3 Григорьев Л.Н. Экономическая эффективность внедрения систем противопожарной защиты . г. Пермь: Сфера, 2018. 122 с.
- 4 Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. Учебное пособие.М.: АГПС МВД России, 2000. 118 с.
- 5 Мальцев В.С. Обзор причин пожаров в зданиях с массовым пребыванием людей на примере торгово-развлекательных центров // Студенческий: электрон. научн. журн. 2021. № 1(129). URL: <https://sibac.info/journal/student/129/199590> (дата обращения: 18.04.2021).
- 6 Мешман Л.М. Об эффективности внутреннего противопожарного водопровода в зданиях с массовым пребыванием людей / Л.М. Мешман [и др.] // Алгоритм безопасности. 2004. №6. С. 68-72.
- 7 О пожарной безопасности. [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 № 69–ФЗ. (с изменениями на 22 декабря 2020 года). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/) (дата обращения: 02.03.2020).
- 8 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования СП 7.13130.2013 [Электронный ресурс]: приказ МЧС России от 25.03.2009 №177. URL: <http://mercorproof.ru/wp-content/uploads/2014/05/SP-7.13130.2013-Otoplenie-ventilyatsiya-i-konditsionirovanie.pdf> (дата обращения 01.04.2021).

- 9 Пат. РФ № 2514488 МПК А62С 31/02 Спринклерная система пожаротушения. Авторы: Кочетов Олег Савельевич (RU), Стареева Мария Олеговна (RU), Стареева Мария Михайловна (RU). Заявитель и патентообладатель: Кочетов Олег Савельевич (RU), Стареева Мария Олеговна (RU), Стареева Мария Михайловна (RU). Заявка: 2013107082/12, 19.02.2013. Оpubл.: 27.04.2014 Бюл. № 12.
- 10 Пат. РФ № RU80121U1 МПК А62С 35/02 Спринклерная система с блокированием пуска. Авторы: Виктор Алексеевич Лукьянов Василий Петрович Ситников Александр Михайлович Чудаев. Заявитель и патентообладатель: ЗАО «Производственное объединение Спецавтоматика». Заявка: 2008133543/22, 15.08.2008 Оpubл.: 27.01.2009 Бюл. № 3.
- 11 Пат. РФ № 2414966 МПК В05В12/00, А62С37/08 Система водяного пожаротушения. Авторы: Белоусов Леонид Игоревич (RU), Васильев Михаил Александрович (RU), Сычев Сергей Васильевич (RU), Танклевский Леонид Тимофеевич (RU). Заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «Холдинг Гефест» (ООО «Холдинг Гефест») (RU). Заявка: 2009134884/05, 14.09.2009 Оpubл.: 14.09.2009 Бюл. № 9.
- 12 Пузач С.В. Новые представления о расчете необходимого времени эвакуации людей и об эффективности использования портативных фильтрующих самоспасателей при эвакуации на пожарах: Монография / С.В. Пузач, А.В. Смагин, О.С. Лебедченко Е.С. Абакумов – М.: Академия ГПС МЧС России, 2017.222 с.
- 13 Проектирование автоматических установок пожаротушения тонкораспыленной водой с применением распылителей «Аквастер<sup>TM</sup>»: Технические условия.-М: ВНИИПО, 2008.- 76с.
- 14 Сальков О. А. Комментарий к Федеральному закону от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» М.: Деловой двор, 2016. 712 с.



- 15 Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности. [Электронный ресурс]: СП 10.131130.2009 приказ МЧС России от 25.03.2009 №180. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071153> (дата обращения 01.04.2021).
- 16 Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности. [Электронный ресурс]: СП 8.131130.2009 приказ МЧС России от 25.03.2009 №178. URL: [http://bpl32.ru/bank/normativnye-dokumenty/sp-813130\\_2009.pdf](http://bpl32.ru/bank/normativnye-dokumenty/sp-813130_2009.pdf) (дата обращения 01.04.2021).
- 17 Системы противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования. Автоматическая пожарная сигнализация и автоматическое пожаротушение [Электронный ресурс]: СП 485.1311500.2020 приказ МЧС России от 25.03.2009 №175. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249686> (дата обращения 01.04.2021).
- 18 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты [Электронный ресурс]: СП 2.13130.2020 приказ МЧС России от 25.03.2009 №172 URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248963> (дата обращения 01.04.2021).
- 19 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям [Электронный ресурс]: СП 4.13130.2013 приказ МЧС России от 25.03.2009 №174. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения 01.04.2021).
- 20 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре [Электронный ресурс]: СП 3.13130.2009 приказ МЧС России от 25.03.2009 №173. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248963> (дата обращения 01.04.2021).

- 21 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы [Электронный ресурс]: СП 1.13130.2020 приказ МЧС России от 25.03.2009 №171. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248961> (дата обращения 01.04.2021).
- 22 Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]: СП 6.13130.2013 приказ МЧС России от 25.03.2009 №176. URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293785/4293785057.htm> (дата обращения 01.04.2021).
- 23 Собурь С. В. Установки пожаротушения автоматические: Справочник. М. : Пожкнига, 2016. 384с.
- 24 Соломин В.П. Пожарная безопасность: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования. М.: ИЦ Академия, 2015. 224 с.
- 25 Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации [Электронный ресурс]: СП 9.13130.2009 приказ МЧС России от 25.03.2009 №179. <https://docs.cntd.ru/document/1200071152> (дата обращения 01.04.2021).
- 26 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (последняя редакция) URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения 01.04.2021).
- 27 Холщевников В.В. Эвакуация и поведение людей при пожарах: Учеб. пособие / В.В. Холщевников, Д.А. Самошин. М.: Академия ГПС МЧС
- 28 Bénichou N., Kashef A. H., Reid, I., Hadjisophocleous G. V., Torvi D. A., Morinville G. (2005). FIERA system: a fire risk assessment tool to evaluate fire safety in industrial buildings and large spaces. Journal of Fire Protection Engineering, 15, pp. 145-172.

- 29 Hurley, M. J., Bukowski, R. W. (2008). Fire Hazard Analysis Techniques In: Fire Protection Handbook. Cote, A. E. (ed.). .) – NFPA, Ch. 7, pp. 121-134.
- 30 Kholshchevnikov V. V. Recent developments in pedestrian flow theory and research in Russia [Text] / V. V. Kholshchevnikov T. J. Shields, K. Boyce, D. A. Samoshin // Fire Safety Journal. – Elsevier, 2018. Vol. 43. PP. 108 – 118.
- 31 Tabish S A. (2015). Fire Safety in Hospitals. Conference: Trends in Hospital Planning & Design. At: Bangalore. Volume: 1&2. pp. 55-58.
- 32 Tseng Wei-Wen, Pan Kuo-Hsiung, Hsu Che-Ming, Performance-based Fire Safety Design for Existing Small-scale Hospitals, Procedia Engineering, Volume 11, 2017, pp. 514-521
- 33 Shastri B. & Raghav, Y. & Sahadev, R. & Yadav, Bikarama. (2018). Analysis of Fire Protection Facilities in Hospital Buildings. 10.1007/978-981-10-7281-9\_15.

## Приложение А

### Расчет индивидуального пожарного риска

Динамика ОФП. Время блокирования путей эвакуации.

Исходные данные.

Таблица А.1 – Свойства сценария

Параметр	Ед. изм.	Значение
Топология		Топология_01
Время моделирования	с	600
Начальная температура	°С	20

Таблица А.2 – Свойства поверхности горения. Поверхность горения

Параметр	Ед. изм.	Значение
Расположение		Помещение 010
Длина	м	8,25
Ширина	м	5,8
Площадь	м <sup>2</sup>	47,89
Типовая горючая нагрузка		Зал театра, кинотеатра, клуба, цирка и т. д.
Масса на единицу площади	кг/м <sup>2</sup>	20
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0055
Низшая теплота сгорания	МДж/кг	13,8
Удельная скорость выгорания	кг/(м <sup>2</sup> ·с)	0,0145
Удельное потребление кислорода	кг/кг	1,03
Дымообразующая способность	Нп·м <sup>2</sup> /кг	270
Удельное выделение СО <sub>2</sub>	кг/кг	0,203
Удельное выделение СО	кг/кг	0,0022
Удельное выделение HCl	кг/кг	0,014

Таблица А.3 – Материал стен

Этаж	Объект	Материал стен
Этаж_01	ТРК «Слон»	Кирпич силикатный
Этаж_02	ТРК «Слон»	Кирпич силикатный

## Продолжение Приложения А

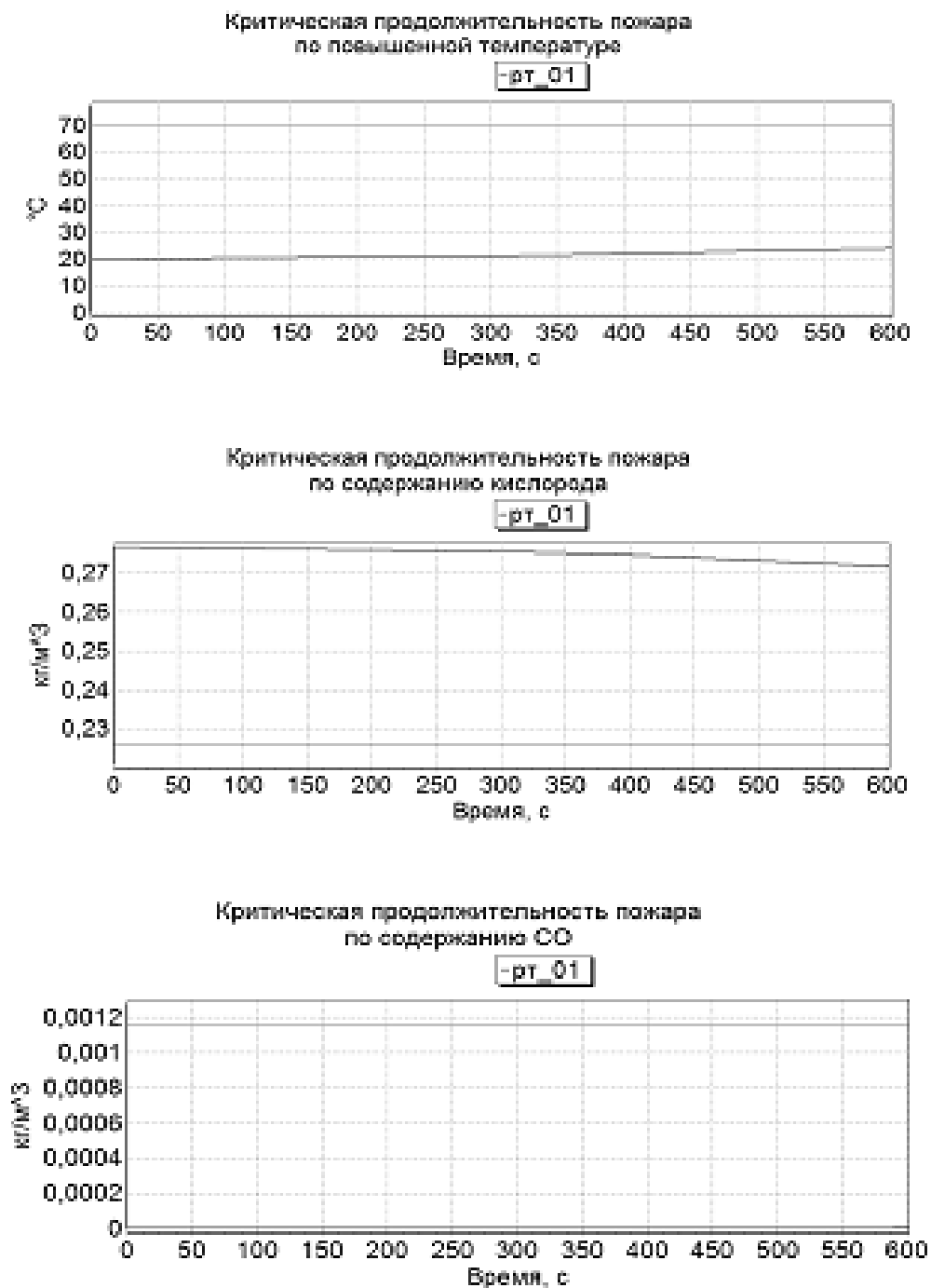


Рисунок А.1 – Графики развития опасных факторов пожара.  
Помещение 19

## Продолжение Приложения А

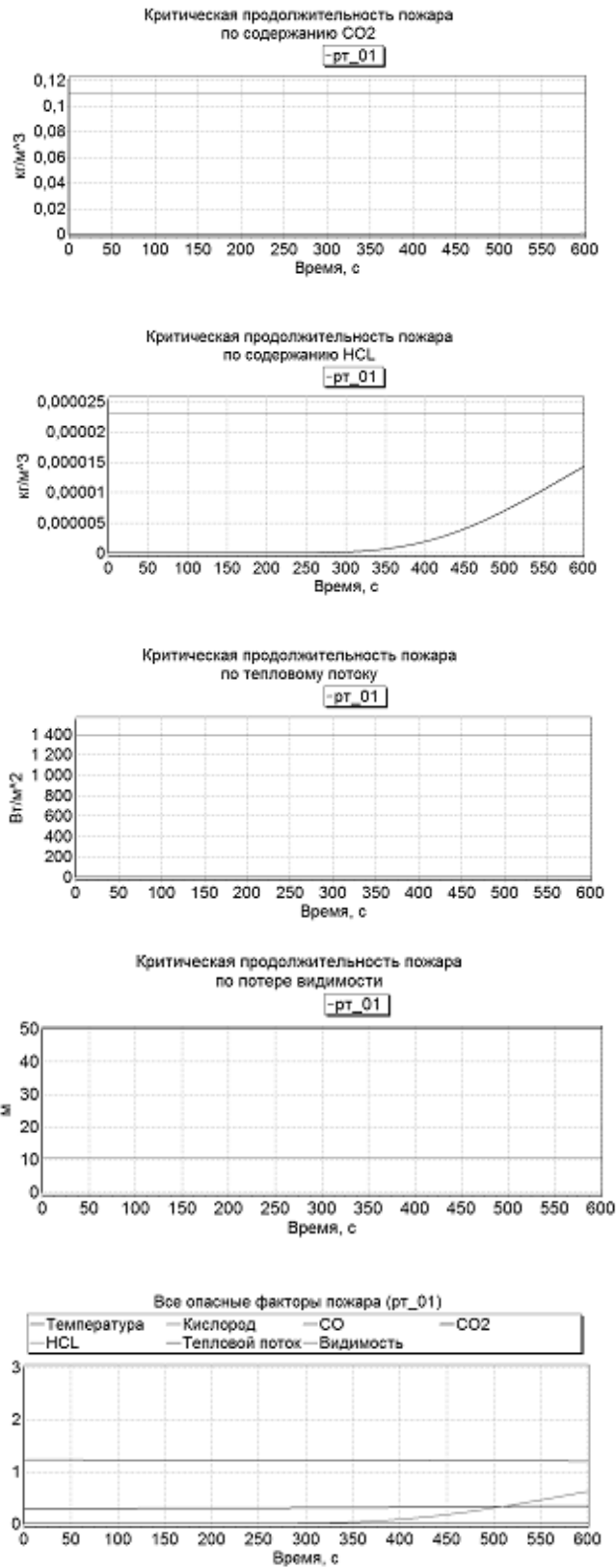


Рисунок А.2 – Графики развития опасных факторов пожара.  
Помещение 163

Продолжение Приложения А

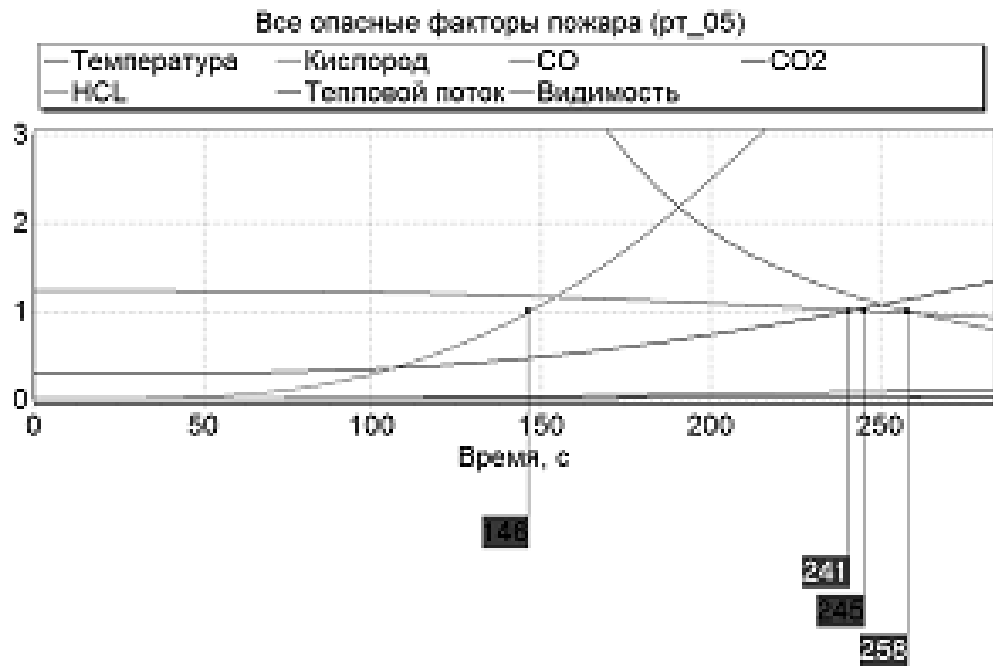


Рисунок А.3 – Все опасные факторы пожара

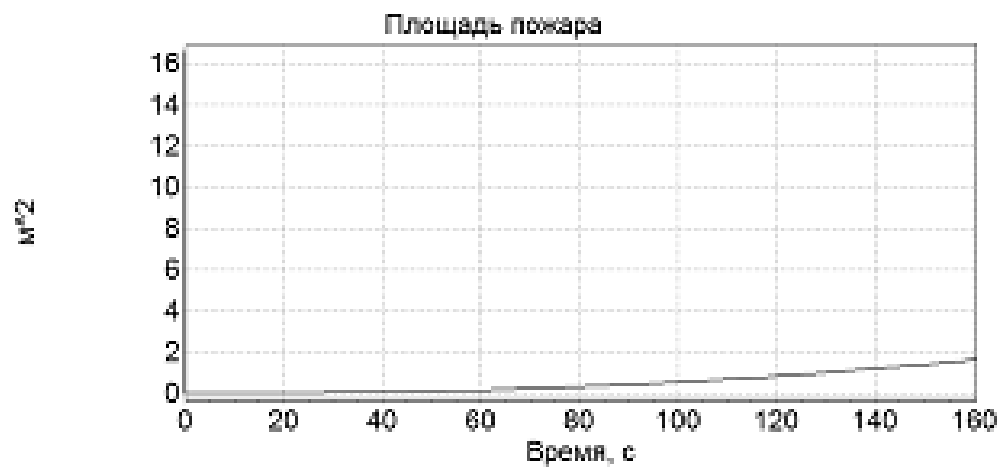


Рисунок А.4 – Этаж 1: Площадь пожара

Приложение Б  
**Сценарии развития пожаров**

Описание сценария «Сценарий»

Топология: Топология\_01

Количество этажей: 2

Количество выходов: 5

Количество человек: 520

Выход «Выход\_01»

Расчетное время эвакуации: 3,93 мин

Время скопления: 3,14 мин

Таблица Б.1 – Результаты отработки сценария Этаж\_01, Выход\_01

Объект топологии	Объект «Проход»	Объект «Люди»	f, м <sup>2</sup>	ГМ	N	тнэ, мин
Пом._22			0,100	M1	10	1,00
				Всего M1	10	
				Всего:	10	

Таблица Б.2 – Результаты отработки сценария Этаж\_02, Лестница\_02

Объект топологии	Объект «Проход»	Объект «Люди»	f, м <sup>2</sup>	ГМ	N	тнэ, мин
Пом._23			0,100	M1	0	0,00
	Пр._12	Л_4633	0,100	M1	10	1,00
	Пр._12	Л_4634	0,100	M1	10	1,00
Всего					20	
Пом._24			0,100	M1	0	0,00
	Пр._14	Л_4639	0,100	M1	10	1,00
Всего					10	
Пом._25			0,100	M1	0	0,00
		Л_4640	0,100	M1	10	1,00
Всего					10	
Пом._27			0,100	M1	0	0,00
	Пр._21	Л_46	0,100	M1	2	1,00
Всего					2	
Пом._29			0,100	M1	0	0,00
	Пр._17	Л_4647	0,100	M1	4	1,00
Всего					4	
Пом._30			0,100	M1	0	0,00



## Продолжение Приложения Б

### Продолжение таблицы Б.2

Объект топологии	Объект «Проход»	Объект «Люди»	f, м <sup>2</sup>	ГМ	N	тнэ, мин
	Пр. 16	Л_4650	0,100	M1	2	1,00
Всего					2	
Пом. 31			0,100	M1	0	1,00
		Л_4648	0,100	M1	3	1,00
Всего					3	
Пом. 33			0,100	M1	0	0,00
	Пр. 18	Л_4649	0,100	M1	10	1,00
Всего					10	
Пом. 34			0,100	M1	0	0,00
Пом. 35			0,100	M1	5	1,00
Пом. 36			0,100	M1	10	1,00
		Л_4645	0,100	M1	2	1,00
Всего					17	
Пом. 37			0,100	M1	0	0,00
		Л_4644	0,100	M1	2	1,00
Всего					2	
Пом. 38			0,100	M1	0	0,00
		Л_4643	0,100	M1	2	1,00
Всего					2	
Пом. 39			0,100	M1	0	0,00
		Л_4642	0,100	M1	2	1,00
Всего					2	
Пом. 40			0,100	M1	0	0,00
	Пр. 15	Л_4641	0,100	M1	23	1,00
Всего					23	
Пом. 41			0,100	M1	0	0,00
Пом. 43			0,100	M1	0	0,00
	Пр. 23	Л_4638	0,100	M1	10	1,00
Всего					10	
Пом. 44			0,100	M1	10	1,00
	Пр. 13	Л_4637	0,100	M1	10	1,00
Всего					20	
Пом. 45			0,100	M1	10	1,00
		Л_4635	0,100	M1	10	1,00
		Л_4636	0,100	M1	10	1,00
Всего					30	
Пом. 46			0,100	M1	10	1,00
	Пр. 11	Л_4632	0,100	M1	10	1,00
Всего					20	
Пом. 47			0,100	M1	10	1,00
		Л_4630	0,100	M1	10	1,00
		Л_4631	0,100	M1	10	1,00
Всего					30	
				Всего M1	215	
				Всего:	215	

## Продолжение Приложения Б

Выход «Выход\_02»

Расчетное время эвакуации: 1,58 мин

Время скопления: 0,00 мин

Таблица Б.3 – Результаты отработки сценария Этаж\_01, Выход\_02

Объект топологии	Объект «Проход»	Объект «Люди»	f, м <sup>2</sup>	ГМ	N	тнэ, мин
Пом._003						
	Пр. 06	Л 4624	0,100	M1	10	1,00
	Пр. 06	Л 4625	0,100	M1	10	1,00
	Пр. 06	Л 4626	0,100	M1	10	1,00
Всего					30	
Пом._48						
	Пр. 03	Л 4628	0,100	M1	10	1,00
Пом._49			0,100	M1	0	0,00
	Пр. 29	Л 4621	0,100	M1	10	1,00
	Пр. 29	Л 4622	0,100	M1	10	1,00
	Пр. 29	Л 4623	0,100	M1	10	1,00
Всего					40	
Пом._50						
	Пр. 05	Л 4627	0,100	M1	10	1,00
				Всего M1	80	
				Всего:	80	

Выход «Выход\_03»

Расчетное время эвакуации: 1,69 мин

Время скопления: 0,00 мин

Таблица Б.4 – Результаты отработки сценария Этаж\_01, Выход\_03

Объект топологии	Объект «Проход»	Объект «Люди»	f, м <sup>2</sup>	ГМ	N	тнэ, мин
Пом._001			0,100	M1	2	0,20
	Пр. 02	Л 4614	0,100	M1	10	1,00
	Пр. 02	Л 4615	0,100	M1	10	1,00
	Пр. 02	Л 4616	0,100	M1	10	1,00
Всего					30	
Пом._48						
	Пр. 03	Л 4617	0,100	M1	10	1,00
	Пр. 03	Л 4618	0,100	M1	10	1,00

## Продолжение Приложения Б

### Продолжение таблицы Б.4

Объект топологии	Объект «Проход»	Объект «Люди»	f, м <sup>2</sup>	ГМ	N	тнэ, мин
Всего					20	
Пом._51						
	Пр._04	Л_4619	0,100	M1	10	1,00
	Пр._04	Л_4620	0,100	M1	10	1,00
Всего					20	
				Всего M1	72	
				Всего:	72	

#### Выход «Выход\_04»

Расчетное время эвакуации: 1,50 мин

Время скопления: 0,00 мин

Таблица Б.5 – Результаты отработки сценария Этаж\_01, Выход\_04

Объект топологии	Объект «Проход»	Объект «Люди»	f, м <sup>2</sup>	ГМ	N	тнэ, мин
Пом._002			0,100	M1	0	0,00
	Пр._01	Л_4610	0,100	M1	10	1,00
	Пр._01	Л_4611	0,100	M1	10	1,00
Всего					20	
Пом._52			0,100	M1	0	0,00
	Пр._27	Л_4612	0,100	M1	10	1,00
	Пр._27	Л_4613	0,100	M1	10	1,00
Всего					20	
				Всего M1	40	
				Всего:	40	

#### Выход «Выход\_05»

Расчетное время эвакуации: 1,49 мин

Время скопления: 0,66 мин

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.6 – Этаж\_01, Выход\_05

Объект топологии	Объект «Проход»	Объект «Люди»	f, м <sup>2</sup>	ГМ	N	тнэ, мин
Пом._003						
	Пр._06	Л_4609	0,100	M1	0	0,00
Пом._004			0,100	M1	0	0,00
		Л_4608	0,100	M1	7	1,00
Всего					7	
Пом. 008			0,100	M1	0	0,00
	Пр._22	Л_4603	0,100	M1	6	1,00
Всего					16	
Пом. 009			0,100	M1	0	0,00
		Л_4629	0,100	M1	4	1,00
Всего					14	
Пом. 010			0,100	M1	3	0,20
Пом. 011			0,100	M1	0	0,00
	Пр._19	Л_4604	0,100	M1	0	0,00
Всего					3	
Пом. 012			0,100	M1	10	1,00
		Л_4602	0,100	M1	2	1,00
Всего					12	
Пом. 013			0,100	M1	10	1,00
	Пр._28	Л_4601	0,100	M1	3	1,00
Всего					13	
Пом. 014			0,100	M1	10	0,00
	Пр._24	Л_4605	0,100	M1	4	0,00
Всего					14	
Пом. 014			0,100	M1	10	0,00
	Пр._25	Л_4606	0,100	M1	4	1,00
Всего					14	
Пом. 017			0,100	M1	10	0,00
Пом. 019			0,100	M1	10	0,00
	Пр._07	Л_4607	0,100	M1	10	1,00
Всего					20	
				Всего M1	10 3	
				Всего:	10 3	

## Продолжение Приложения Б

Таблица Б.7 – Время движения к выходу

Сценарий	Выход_01	Выход_02	Выход_03	Выход_04	Выход_05
Сценарий_06	3,93 мин (225 чел.)	1,58 мин (80 чел.)	1,69 мин (72 чел.)	1,50 мин (40 чел.)	1,49 мин (103 чел.)

Таблица Б.8 – Расчетные точки

Сценарий	р <sub>г</sub>	t <sub>нэ</sub> , мин	t <sub>э</sub> , мин	t <sub>ск</sub> , мин	Объект топологии	Этаж
Сценарий				3,14	Выход_01	
	р <sub>г_01</sub>	0,00	1,44		Пом. 019	Этаж_01
	р <sub>г_02</sub>	1,00	1,57		Пом._49	Этаж_01
	р <sub>г_03</sub>	1,00	1,68		Пом._001	Этаж_01
	р <sub>г_06</sub>	0,00	1,48		Пом._002	Этаж_01

Таблица Б.9 – Время выхода с этажей

Этаж	Выход_01	Выход_02	Выход_03	Выход_04	Выход_05	Лестница_02
Этаж_01	3,93 мин (225 чел.)	1,58 мин (80 чел.)	1,69 мин (72 чел.)	1,50 мин (40 чел.)	1,49 мин (103 чел.)	–
Этаж_02	–	–	–	–	–	3,72 мин (215 чел.)

## Приложение В

### Общий вид и эюры орошения распылителей типа «Aquamaster™»

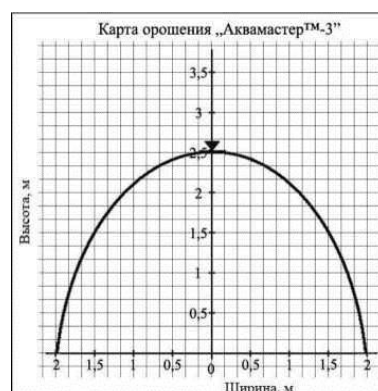


Рисунок В.1 – «Аquamaster-3»

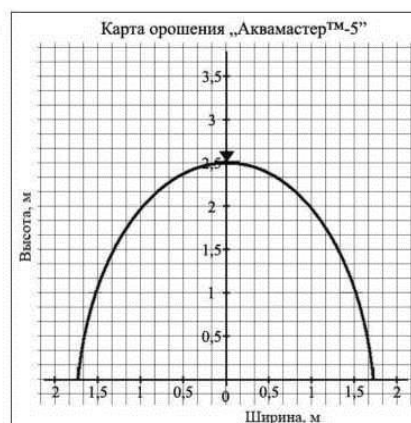


Рисунок В.2 – «Аquamaster-5»

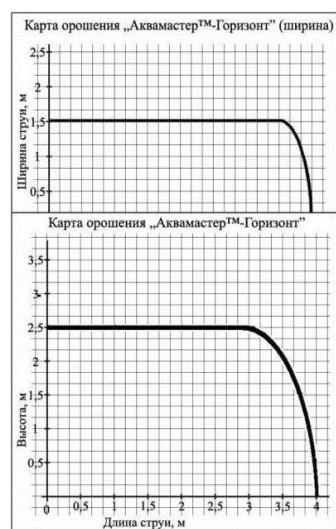


Рисунок В.3 – «Горизонт»

## Продолжение Приложения В



Рисунок В.4 – «Aquamaster-Арсенал»

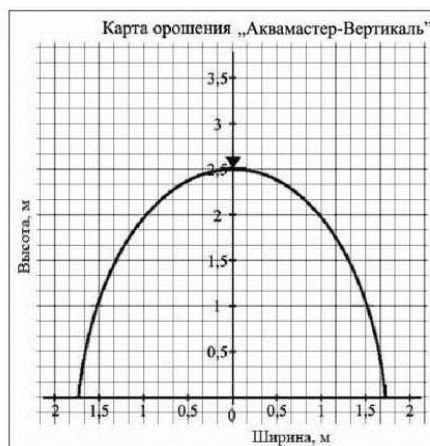


Рисунок В.5 – «Aquamaster- Вертикаль»



Рисунок В.6 – «Aquamaster- Скрытый»

Приложение Г

**Примерная схема расстановки распылителей «Aquamaster-Горизонт» на  
распределительном трубопроводе**

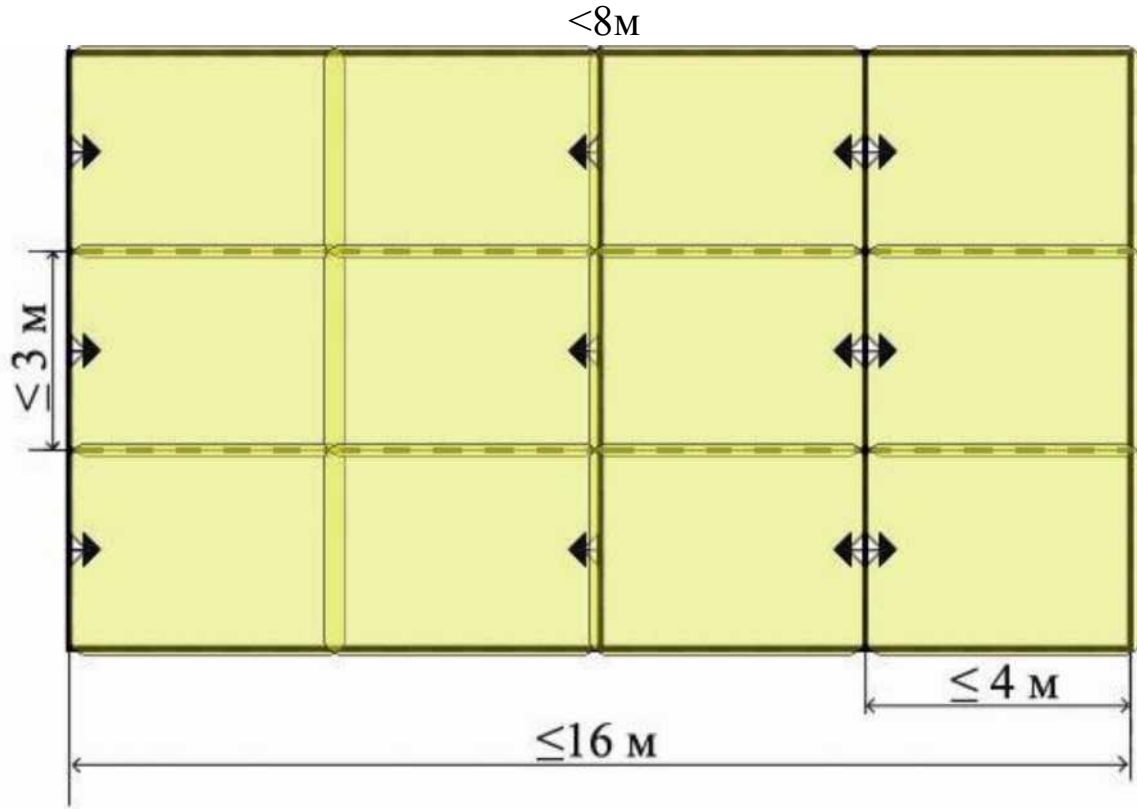


Рисунок Г.1 – Примерная схема расстановки распылителей «Aquamaster-Горизонт» на распределительном трубопроводе